biblioteca
tascabile
elettronica

23

friedhelm schiersching

effetti sonori per il ferromodellismo

franco muzzio & c. editore

fischi, sbuffi e campane elettroniche

biblioteca tascabile di elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

23

franco muzzio & c. editore

Friedhelm Schiersching

effetti sonori per il ferromodellismo

Fischi, sbuffi e
campane elettroniche

Con 37 figure nel testo
e 10 foto su 4 tavole

franco muzzio & c. editore

Effetti sonori per il ferromodellismo

Questo libro aiuterà a risolvere questi problemi. Esso descrive come autocostruire con modica spesa i dispositivi necessari per generare elettronicamente simili rumori. Si può costruire un fischio a vapore con componente del vapore « reale », un dispositivo per gli sbuffi della locomotiva a vapore in funzione della velocità nonché un sistema di suoneria a campana e uno per il caratteristico scampanellio della piccola vaporiera.
Dato che per fare funzionare tutti questi dispositivi è necessaria una corrente continua senza ondulazioni, nel libro si trovano anche le indicazioni per la costruzione di un alimentatore di rete.
Tutti i circuiti possono venir realizzati semplicemente e anche l'inesperto può certamente costruirli. Si escludono errori di cablaggio dato che si impiegano circuiti stampati facilmente realizzabili o reperibili sul mercato.
Vengono impiegati solo componenti a buon mercato e di facile reperibilità. Il costo del materiale necessario per tutte le apparecchiature descritte ammonta attualmente (1978) a circa 50.000 lire, spesa sostenibile da qualsiasi modellista.

1. Alimentatore stabilizzato in corrente continua, 10-16 V, 1-4 A, 60 Watt

Può sembrare incomprensibile a qualche modellista la necessità di un ulteriore alimentatore per far funzionare i dispositivi qui descritti. Egli potrebbe pensare: tutte le parti elettriche sia a corrente continua che alternata del mio impianto ferroviario funzionano con il mio trasformatore. Perché ciò non è possibile anche per i dispositivi che generano i suoni?
La fig. 1 dovrebbe dimostrare il perché. Con la corrente alternata (parte superiore della figura) si fanno funzionare le locomotive a corrente alternata, i segnali, gli scambi ecc., insomma tutti i dispositivi muniti di bobine o di relé.

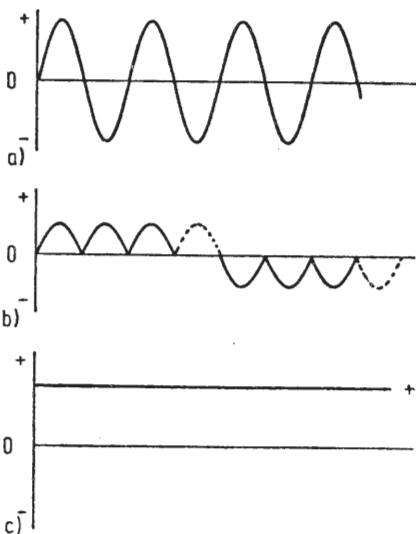



Fig. 1. Sopra: la corrente alternata come generata dal trasformatore di alimentazione. Nel mezzo: la corrente di trazione emessa da trasformatori di corrente continua per locomotive a corrente continua. Sotto: una corrente continua filtrata e stabilizzata come necessario.

Un alimentatore genera semionde come indicato nella parte centrale della fig. 1. A seconda della polarità delle semionde cioè a seconda che esse si trovino sul verso positivo o negativo, la nostra locomotiva va avanti o indietro. Entrambi questi tipi di corrente non ci interessano per i dipositivi qui di seguito descritti. Abbiamo bisogno di una corrente continua ben filtrata non pulsante come indicato nella parte inferiore della fig. 1. Se facessimo funzionare i dispositivi con corrente alternata li distruggeremmo molto presto. I circuiti integrati in questi dispositivi verrebbero guastati in pochi secondi.

Con funzionamento a semionde i componenti non verrebbero distrutti, tuttavia la costante variazione della tensione tra i valori positivi e zero provocherebbe un costante disinserimento del dispositivo. I suoni verrebbero accesi e spenti con un ritmo di 50 o 100 Hertz.

Ma c'è ancora un motivo per il quale dobbiamo costruire un alimentatore extra. I modellisti non hanno mai sufficiente corrente nel loro impianto. I trasformatori sono cari e si cerca di risparmiare. Pertanto per ciascun circuito ferroviario abbiamo bisogno di un particolare trasformatore oppure dobbiamo commutare da un circuito all'altro. Per la corrente di illuminazione si cerca sempre di arrangiarsi.

I trasformatori per modellismo erogano normalmente una corrente di trazione di 1-1,2 A. Ciò è sufficiente per il funzionamento di una locomotiva anche pesante. Per la corrente di illuminazione il trasformatore eroga 1,2-1,6 A. Oggigiorno si fanno funzionare gli impianti con illuminazione del treno indipendente, onde poter illuminare tutti i vagoni anche durante le fermate. Così si è più vicini alla realtà.

Le lampadine dei modelli consumano 30 mA. Noi potremmo pertanto alimentare con il nostro trasformatore circa 40 lampadine. E il conto non è ancora completo perché non dobbiamo dimenticare i segnali e gli scambi. Pertanto il nostro trasformatore è appena sufficiente per l'illuminazione di un treno, di alcuni segnali e degli

scambi. Manca ancora l'illuminazione di altre parti come per esempio i caselli dei passaggi a livello ecc.
Esistono naturalmente case specializzate che forniscono trasformatori solo per l'illuminazione: Märklin con ca. 3 A, Trix con 3,6 A. Tuttavia questi trasformatori sono abbastanza cari. Prelevare corrente da questi per il nostro alimentatore non è sensato. È meglio procurarsi un nuovo trasformatore, uno di quelli che si possono acquistare per pochi soldi. Esiste per esempio presso una ditta elettronica di Braunschweig un trasformatore con un'uscita di 12 Volt e 4 A per meno di 10.000 Lire, mentre uno di 16 V e 5 A costa circa 15.000 Lire. Dato che per i dispositivi descritti in questo libro abbiamo bisogno solo di ca. 1,2 A, l'erogazione è sufficiente per poter eventualmente in seguito collegare ulteriori apparecchiature. Con sufficiente raffreddamento del transistore finale, l'alimentatore descritto qui di seguito può erogare sino a 4 A, per brevi periodi sino a 5 A.

1.1 La stabilizzazione

La fig. 2 indica un semplice dispositivo di rete per corrente continua simile a quello impiegato nei trasformatori di trazione a corrente continua. Il diodo D1 taglia un'onda sinusoidale completa in una semionda, come indicato nella parte inferiore della fig. 2.

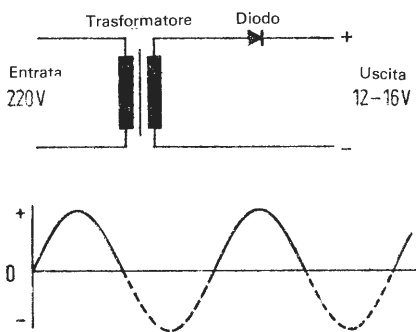



Fig. 2. Semplice alimentatore. Ne risulta una semplice corrente continua pulsante da 50 Hz dato che la componente negativa dell'onda sinusoidale viene soppressa. Questo tipo di circuito viene usato per esempio dalla ditta Arnold nei suoi trasformatori con un'uscita extra per le manovre.

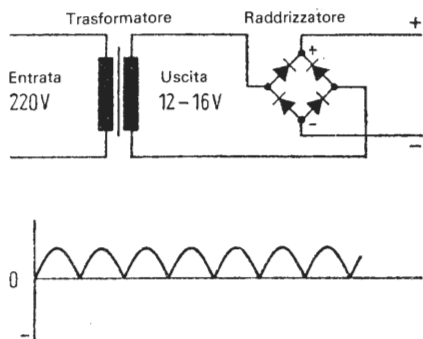



Fig. 3. Alimentatore con raddrizzatore a ponte. Esso inverte le semionde indicate a trattini nella fig. 2 in alto. Ne risulta una corrente pulsante di 100 Hz. Questa corrente continua a semionde viene erogata dai normali trasformatori usati nelle ferrovie in miniatura.

La fig. 3 a sinistra indica un dispositivo simile. In questo caso il semplice diodo viene sostituito da un cosiddetto raddrizzatore a ponte. In uscita si ottengono semionde come indicato nella parte inferiore della fig. 3.

Nella fig. 4, si vede un dispositivo nel quale si impiega, oltre al raddrizzatore a ponte, anche un condensatore elettrolitico. Non si parlerà qui ulteriormente del funzionamento di un condensatore, nel quale la corrente viene ritardata rispetto alla tensione, nè della differenza tra un condensatore e un condensatore elettrolitico. Ci si può eventualmente riferire alla letteratura specializzata.

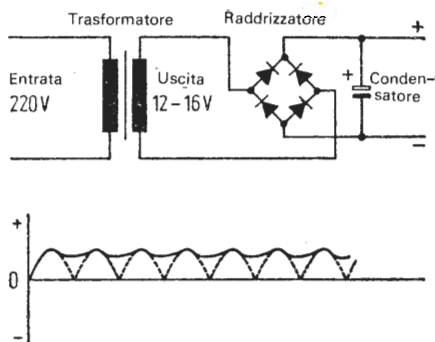



Fig. 4. Questo alimentatore è adatto per molti impieghi come alimentatore di corrente continua filtrata. Dalla corrente pulsante di cui alla fig. 3 ne risulta una corrente ancora ondulata ma più lineare e ciò avviene per il tramite di un condensatore elettrolitico.

A causa delle sue caratteristiche elettriche il condensatore elettrolitico permette di ottenere una buona corrente continua (fig. 4 sotto). Ogni volta che dopo il raddrizzatore la semionda tende verso il negativo o verso lo zero, il condensatore emette un impulso di corrente. In questo modo viene impedito il formarsi della semionda e la tensione tende ad essere spianata sul potenziale superiore della semionda stessa.
Naturalmente non è ancora possibile far funzionare con questo semplice dispositivo i nostri circuiti di generazione dei suoni caratteristici. Si ha ancora una persistenza di ondulazione e si udrebbe ancora chiaramente un rumore di disturbo. Però per far funzionare altri dispositivi come segnalatori a lampeggio ecc. questo alimentatore è più che sufficiente. Come componenti necessita solo un trasformatore primario 220 V, secondario 12-16 V/4 A, un raddrizzatore a ponte B 40 C 5000, un condensatore elettrolitico 4700 μF/40 V.
Dato che il trasformatore non è sistemato in una scatola di plastica di protezione come nel caso dei trasformatori di trazione, è necessario fare attenzione durante il suo impiego. Infatti il lato del primario è collegato con i 220 V. È consigliabile quindi sistemare anche questo dispositivo in un contenitore di plastica.
Naturalmente i dispositivi semplici hanno anche i loro svantaggi. Inseriamo all'uscita di questo dispositivo un voltmetro. Supponiamo che si misurino esattamente 14 V. Appena inseriamo un utilizzatore, per esempio il nostro segnalatore a lampeggio, notiamo che la tensione in uscita cala. Tanti più utilizzatori inseriamo e tanto più piccola sarà la tensione; nei casi estremi essa andrà a zero. In questo modo però provocheremmo un corto circuito e relativi guasti nel trasformatore e negli altri componenti. In caso normale però inserendo tre o quattro dispositivi la tensione cadrà di tanto che nessuno di essi funzionerà provocando anche un notevole riscaldamento del trasformatore e dei componenti. Essi cominciano a carbonizzarsi, l'esperto dice che hanno bisogno di Ampere.
Bisogna quindi cercare di evitare queste oscillazioni della tensione

dovute al carico cioè bisogna stabilizzare il nostro dispositivo di rete. Allo scopo abbiamo bisogno di alcuni altri componenti. Uno dei più importanti è il diodo Zener, brevemente diodo Z. Esso serve a stabilizzare la tensione in caso di flusso di corrente variabile e ciò è proprio quello di cui abbiamo bisogno.

La fig. 5 riporta il simbolo del diodo Zener nonchè il suo aspetto reale. I diodi Zener hanno impresso su di un lato un anello, un punto o un simile contrassegno che corrisponde alla linea con gancio sul simbolo circuitale cioè al catodo.

Nella fig. 6 è indicato il dispositivo di rete di cui alla fig. 4 ampliato di un diodo Zener e di altri componenti.

La resistenza di carico R1 limita la corrente che passa tramite il diodo Z nonché la corrente in uscita e quella di carico. R1 serve anche da resistenza in serie per il diodo Z.

Esso impedisce che la tensione di rumore del condensatore C1 cada nel campo della tensione del diodo Zener. Infatti in tal caso non si avrebbe alcuna stabilizzazione. Il condensatore C2 da un lato impedisce la tendenza all'oscillazione quando il dispositivo è troppo debole per il carico, dall'altro lato aumenta la frequenza limite del diodo Zener.

Fig. 5. Il diodo di Zener. Sopra: il simbolo. Sotto: il disegno. L'anello corrisponde alla linea con gancio nel simbolo.

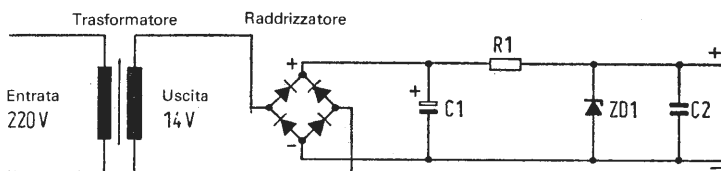



Fig. 6. Questo piccolo alimentatore eroga già una corrente continua stabilizzata. La caricabilità però con i componenti elencati ammonta solo a 0,8 A.

Elenco dei componenti per il circuito di cui alla fig. 6

R1	Resistenza 6 (8) Ω ± 10%/20 (50) Watt
C1	Condensatore elettrolitico 2500 µF (4700 µF)/40 V
C2	Condensatore 10 nF
ZD1	Diodo Zener 12 V (16 V)/5 Watt

Raddrizzatore B 40 C 2500/3200
Trasformatore tensione alternata in uscita 12 V (16 V)/1 A

I valori in parentesi si riferiscono a un trasformatore con tensione alternata in uscita di 16 V.

Possediamo quindi già un piccolo alimentatore che può erogare una tensione stabile. Ma fino a dove possiamo spingerci con il carico in questo caso?
È chiaro che i valori dei componenti impiegati hanno un ruolo importante. Supponiamo ora di dover prelevare soltanto 2 A. In questo caso ci serve un raddrizzatore B 20 (40, 80) C 2500/3200. Questo contrassegno ci dice che il raddrizzatore viene fatto funzionare in circuito a ponte con 20, 40 o 80 V nonché che esso è caricabile con 2,5 A senza raffreddamento e con 3,2 A con raffreddamento. Dato che il prezzo del raddrizzatore diminuisce con l'aumentare del voltaggio potremo senz'altro acquistare quello da 80 V in quanto ciò non cambia niente nel funzionamento del circuito in esame.
Come condensatore elettrolitico di carica C1, prendiamone uno con almeno 2500 µF, meglio però con 4700 µF: tanto più grande è la capacità del condensatore e tanto più piccola sarà l'ondulazione residua.
Si trovano normalmente diodi Zener da 2,7 V fino a circa 100 V Volt con una caricabilità che va dai 0,1 W sino ai 10 Watt e più. A noi interessano diodi Zener che vadano sino a 10 Watt. Non ne occorrono di maggior potenza. Inoltre anche il prezzo sale rapidamente. Per il nostro dispositivo scegliamo un diodo Z con un voltaggio che corrisponda all'uscita desiderata. Se abbiamo un trasformatore con un secondario a 12 V prendiamo anche un diodo Z da soli 12 V. Con un trasformatore la cui uscita sia 12 V possiamo scegliere uno Zener da 12, 14 o 16 V. La caricabilità

dovrebbe aumentare a 5 Watt. Per il condensatore C2 (non elettrolitico) saranno sufficienti 10 nF.
Ci manca solo la resistenza R1. Dato che questa resistenza limita la corrente (il diodo Zener limita la tensione), essa deve essere fortemente caricabile e ciò a seconda del prelievo della corrente.
Il carico si calcola facilmente:
P (in Watt) = V (in Volt) × I (in Ampere) = 12 × 2 = 24 Watt e rispettivamente 16 × 2 = 32 Watt.
Il valore della resistenza in conformità alla legge di Ohm è:
R (in Ω) = V : I = 12 : 2 = 6 Ω e rispettivamente 16 : 2 = 8 Ω.
Ora una resistenza di 6 Ω con 24 Watt, e rispettivamente 8 Ω con 32 Watt, non si può dire che sia proprio piccola. Tuttavia sarebbe ugualmente possibile costruire questo apparecchio. Solo che con una tale resistenza non sarebbe adatto per il prelievo di 2 A. R1 non è solo resistenza di carico per la corrente di uscita ma anche contemporaneamente limitatore di corrente e resistenza in serie per il diodo di Zener. Per espletare questi compiti la resistenza dovrebbe avere un'altra caricabilità e un altro valore ohmico. Con le grandezze calcolate sopra, la resistenza limita il campo di lavoro dello Zener ma non elimina la tensione di rumore provocata dal condensatore C1. Il circuito lavora bene solo con un carico sino a 0,8 A. Sarebbe utile pertanto poter regolare la resistenza ed è quello che faremo per il nostro alimentatore con alcuni altri componenti.

1.2 La stabilizzazione regolata

Il principio di una stabilizzazione regolata consiste nel confronto della tensione in uscita V_a con una tensione di riferimento stabilizzata; la tensione differenziale risultante dal confronto tra questi valori reali e prefissati è la nostra tensione di regolazione che pilota un elemento di regolazione.
Nel nostro circuito l'elemento di regolazione è il transistore T1; esso viene fatto funzionare come regolatore in serie ed è sempre

un transistore di potenza. La tensione di riferimento stabilizzata rimane costante dato che la corrente dello Zener varia in un campo molto piccolo.
Il transistore T3 è l'amplificatore differenziale per il confronto tra i valori reali e quelli dovuti. La tensione di base per questo transistore viene prelevata su un partitore di tensione che consiste delle resistenze R3, R4 e del piccolo potenziometro (Trimmer R5).

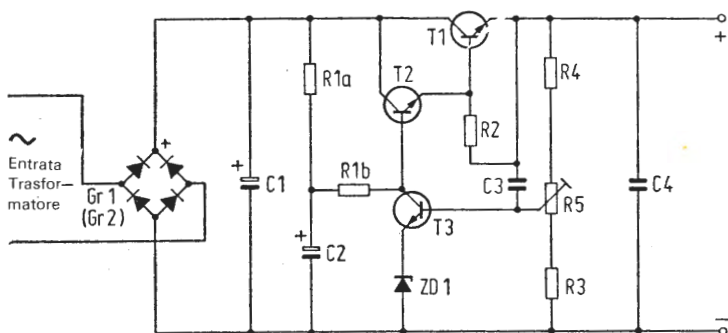



Fig. 7. Il circuito dell'alimentatore.

Elenco dei componenti per il circuito di cui alla fig. 7

R1a	Resistenza 1 kΩ ± 10% / 1/4 W
R1b, R2	Resistenze 100 Ω ± 10% / 1/4 W
R3	Resistenze 27 kΩ ± 10% / 1 W
R4	Resistenza 10 kΩ ± 10% / 1 W
R5	Trimmer 10 kΩ / 0,1 W
C1	Condensatore elettrolitico 4700 μF/40 V
C2	Condensatore elettrolitico 100 μF/40 V
C3	Condensatore a film plastico o condensatore a disco di ceramica 1 nF
C4	Condensatore a film plastico o condensatore Siemens al policarbonato 47 nF
Gr1, Gr2	2 Raddrizzatori B40 C 2500/3200
ZD1	Diodo Zener 6,8 V/250 mW
T1	Transistore di potenza 2 N 3055
T2	Transistore 2 N 1613 oppure 2 N 2219
T3	Transistore BC 107 o equivalente secondo tabella (pag. 81)
1	Contenitore
1	Dissipatore (vedi testo)
Boccole	
Circuito stampato	

Con R5 si regola il partitore di tensione in modo che T3 assorba la corrente che si trova nel mezzo del campo di stabilizzazione del diodo Zener Z1. Il diodo Zener è sistemato tra l'emettitore e il polo negativo. Se il partitore di tensione è regolato correttamente, T1 lavora in un tratto di curva favorevole.
Come funziona il circuito nel suo insieme?
Per prima cosa dobbiamo sapere che la corrente attraverso T3 provoca una caduta di tensione sulla resistenza R1a e R1b. Mediante questa caduta di tensione i transistori T1 e T2 vengono più o meno pilotati cioè aperti o chiusi.
Ora, se a causa dell'aumentare del carico sull'uscita dell'alimentatore la tensione V_a tende ad abbassarsi, tenderà a calare anche la tensione di base di T3. Essa però non potrebbe dato che la tensione di base e quella su R3 e R5 vengono tenute costanti tramite il diodo Zener. La corrente di base di T3 e quella di collettore tendono quindi ad abbassarsi. La caduta di tensione su R1a e R1b viene delimitata. In questo modo la tensione del collettore di T3 e la tensione di base su T2 tenderanno verso il positivo. T2 e T1 si apriranno di più. Dato che T1 lavora come resistenza di regolazione pilotata, V_a sale quindi al suo valore prefissato.
Dovreste rileggervi queste frasi ancora una volta. Fate bene attenzione alla differenza tra tensione e corrente.
Se ora, per il caso descritto, potrete ripetere in sequenza inversa l'incremento di tensione in uscita dovuto a carichi più piccoli comprendendo passo a passo il funzionamento, capirete senz'altro il principio su cui si basa il circuito. Sarà d'aiuto sapere che T2 e T1 continuano a pilotare il sistema.

1.3 Calcolo della tensione in uscita

Il calcolo della tensione media di uscita si ottiene con la formula

$$V_a = \frac{R3 + R4}{R3} \times (V_z + VBE)$$

Le resistenze R3 e R4 hanno i valori di 27 kΩ e di 10 kΩ. Prefissiamo il potenziometro R5 che ha un valore di 10 kΩ sulla posizione intermedia, per ogni resistenza si hanno quindi 5 kΩ in più. Per R3 abbiamo 32 kΩ e per R4 15 kΩ. Questi valori sono calcolati in modo da tenere la corrente di base di T3 piuttosto bassa. Su R3 abbiamo ora una sommatoria di tensioni composta della tensione di Zener V_z e della tensione base-emettitore VBE del transistore T3. Scegliamo un diodo Zener da 6,8 V. La VBE sul transistore scelto BC 107 è di 0,7 V come è del resto per quasi tutti i transistori di questo tipo. Per alcuni tipi equivalenti (vedi cap. 6) la VBE è di 1,2 V. Dato però che possiamo prefissare la V_a con il potenziometro, ciò non è di grande importanza. Chi vuole migliori precisazioni per poter effettuare dei calcoli esatti è meglio che si studi le tabelle del costruttore.
Poniamo i valori dati nella formula

$$V_a = \frac{32 + 15}{32} \times (6{,}8 + 0{,}7) = 1{,}468 \times 7{,}5 = 11{,}01 \text{ V}$$

Con R5 regolato sulla sua posizione intermedia otteniamo una tensione in uscita stabilizzata di 11 V e ciò con qualsiasi tensione di trasformatore superiore agli 11 V anche quando il trasformatore può erogare 12, 14, 16 oppure 20 V. Persino in caso di tensioni più alte, la tensione in uscita rimane costante. In ogni caso alcuni componenti dovrebbero essere adattati per queste tensioni più alte e questo non vogliamo farlo. Notiamo tuttavia che la V_a sotto carico non deve essere mai più grande della tensione erogata dal trasformatore.
Se ora facciamo ancora una volta i calcoli con i valori che si ottengono regolando il trimmer fino al massimo e poi al minimo cioè se abbiamo per R3 27 kΩ e rispettivamente 37 kΩ e per R4 20 kΩ e rispettivamente 10 kΩ, vediamo che possiamo regolare la tensione in uscita V_a con il trimmer tra 9,5 V e 13 V. Abbiamo però detto che la stabilizzazione non è più possibile al di sopra del valore della tensione di uscita del trasformatore. Pertanto per poter regolare la V_a sulla sua più grande ampiezza dobbiamo

prendere un trasformatore con 14 V di tensione di uscita. Se abbiamo un trasformatore di soli 12 V possiamo regolare il nostro alimentatore solo tra 9,5 V e i 12 V.
Naturalmente questi valori sono misurati in condizioni di carico. Senza carico, a vuoto, si ottengono valori che sono condizionati dal raddrizzatore e dal condensatore elettrolitico e che vanno dai 18 V ai 22 V. Se abbiamo inserito un trasformatore di 14 V senza carico otteniamo una V_a di 21 V. Sotto carico la V_a è di 12 V.
C2 serve per il filtraggio dei rumori dovuti alla tensione di collettore sul T3, C3 aumenta la frequenza limite del diodo Zener Z. C4 contrasta la tendenza ad oscillare del dispositivo. Nel nostro caso C4 non è assolutamente necessario, infatti le piste conduttrici del circuito stampato elimineranno la tendenza ad oscillare del circuito.
Con le formule sopra menzionate si può calcolare qualsiasi tensione in uscita dell'alimentatore. Il modellista che lavora con integrati della serie SN 74 . . . ha il problema di ottenere una tensione di 5,5 V. Variando i valori di R3 ed R4 nonchè quelli di ZD1 ciò si ottiene facilmente. Infatti se R3 = 33 kΩ R4 = 10 kΩ e ZD1 = 3,3 V si ottengono con la formula esattamente 5,56 V regolando il potenziometro R5 sulla sua posizione intermedia.
Inoltre potremmo ricalcolare questi valori per un trasformatore che eroghi 16 o 24 V. In questo caso dobbiamo fare attenzione che il valore del diodo Zener deve essere sempre la metà o i due terzi del valore della tensione di uscita.

1.4 Caricabilità

Se costruiamo l'alimentatore con un raddrizzatore B 40 C 1000/1500 e con gli altri componenti dati e se il transistore T1 viene saldato nel circuito stampato senza dissipatore, tale alimentatore genera senza disturbi 1-1,2 A. Con questo tutti i dispositivi descritti in questo libro possono venir alimentati contemporaneamente.

Però come già accennato in principio, dato che in certi casi dovremo inserire più dispositivi e forse anche un amplificatore per una illuminazione del trenino che sia indipendente dalla corrente di trazione, dovremo adattare alcuni componenti in modo da rendere possibile l'alimentazione di questi eventuali ulteriori carichi. Supponendo che una caricabilità di 2 A sia sufficiente, si può scegliere un raddrizzatore tipo B 40 C 2500/3200 e un condensatore elettrolitico del valore di 2500 μF. Il transistore T1, un 2 N 3055, può venir caricato sino a 15 A e se raffreddato ha una potenza sino a 115 Watt (P.tot.). Questi valori sono tuttavia valori limite che non si raggiungono mai, eccetto che nei casi di corto circuito.
In caso di tensione in uscita I_a di 2 A, si hanno con 12 V, $12 \times 2 = 24$ W. In questo caso però il transistore diventerà sensibilmente caldo. Esso deve venir montato sul circuito stampato con un dissipatore (come indicato nella foto 2 di tavola 1). Possiamo quindi sistemare il circuito stampato in un contenitore di plastica come indicato nella foto.
Se desideriamo prelevare la piena potenza di 4 o 5 A, bisogna avere componenti adatti a questi carichi. Per prima cosa il trasformatore deve poter erogare il numero di Ampere richiesto. Chi può spendere un po' di più può acquistare un trasformatore con tensione in uscita di 12, 14, 16, 18 V e con una potenza di 4, 5 A.
Il raddrizzatore può essere un B 40 C 3300/5000. Meglio ancora si possono usare due raddrizzatori del tipo B 40 C 2500/3200 commutati in parallelo. Durante la progettazione del circuito stampato si è già provveduto a sistemare i fori e le piste necessarie a queste variazioni.
Con questa combinazione possiamo ottenere ora i 5 A necessari. Come condensatore di carica C1 possiamo usarne uno di 4700 μF/35 V, o meglio ancora uno di 10 000 μF/35 V.
T1 viene caricato notevolmente. Con 12 V sono $12 \times 4 = 48$ W e rispettivamente $12 \times 5 = 60$ W. In questo caso non è più sufficiente il dissipatore. T1 va quindi montato sul contenitore che deve essere in questo caso di metallo. Si dovranno osservare però

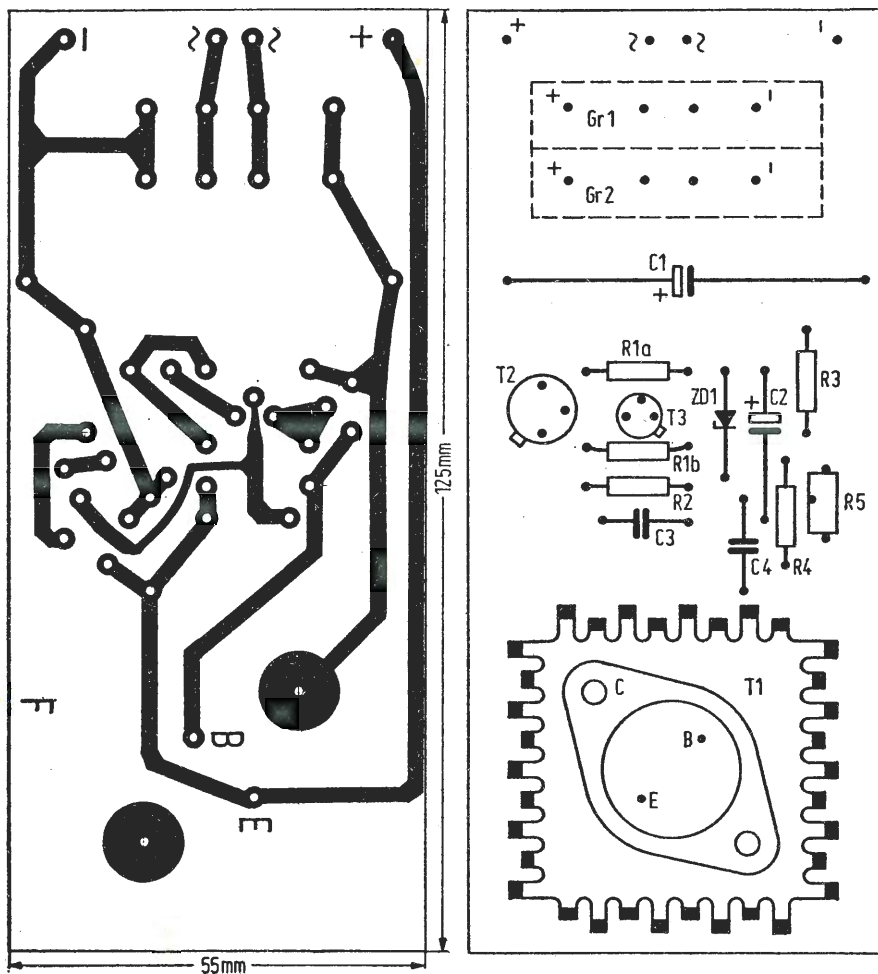



Fig. 8. a sinistra: Piano di incisione del circuito stampato per l'alimentatore stabilizzato (fig. 7) 10 - 16 V corrente continua 1 - 4 A. Fig. 9. a destra: Piano della sistemazione dei componenti per l'alimentatore di cui alla fig. 7.

determinate norme di sicurezza durante il cablaggio e la costruzione. Di ciò si riparlerà più avanti.

1.5 Sistemazione dei componenti

Onde evitare errori di cablaggio, per la costruzione di tutti i dispositivi impiegheremo i circuiti stampati descritti in questo libro che incideremo da noi stessi o che acquisteremo presso i rivenditori consigliati. Sulla produzione in proprio dei circuiti stampati si è scritto molto. Tutte le descrizioni e istruzioni contengono purtroppo determinate manchevolezze. O l'incisione è semplice (metodo fotografico) ma costosa, o è a buon mercato ma comporta una grande perdita di tempo (pause, disegno delle tracce, copertura con lacche).
Ora, se si ha bisogno solo di uno o due circuiti stampati è meglio comperarli. In questo modo oltre ad avere con certezza dei circuiti stampati perfetti si ha anche il vantaggio di avere stampato sulla parte superiore il piano relativo alla sistemazione dei componenti. Chi deve costruirsi spesso dei circuiti stampati usando dati rilevati su libri e riviste è meglio che impieghi il metodo fotografico.
Ancora una parola sui mezzi di incisione. Sia che si tratti di cloruro di ferro III o di altre polveri, tutte le miscele devono venir riscaldate. Qui si hanno spesso delle difficoltà e qualche volta anche incidenti. È meglio usare una miscela di 350 ml di acqua, 135 ml di acido cloridrico e 15 ml di perossido di idrogeno (acqua ossigenata al 30%). Entrambi questi ultimi componenti si possono acquistare in qualsiasi drogheria.
Naturalmente anche in questo caso bisogna fare attenzione. Benché questa miscela non si scaldi, essa incide molto velocemente specialmente quando il bagno è ancora in movimento. Il lavoro si dovrebbe fare all'aperto in quanto i vapori hanno un odore spiacevole. Non conservare la miscela! Si potrebbe farlo usando speciali contenitori di plastica. Comunque la miscela dovrebbe essere rigenerata con l'aiuto di nuova acqua ossigenata.

Come vaschetta di lavoro potremo usare delle bacinelle di plastica.
Per saldare impiegheremo un saldatore con al massimo 30 Watt di potenza. Come filo a saldare useremo quello da 1 mm di diametro. I saldatori da 50 Watt potrebbero bruciare le piste dei circuiti stampati. Il filo con un diametro più grosso non fonde bene a 30 Watt e può causare delle saldature a freddo (difettose). Inoltre abbiamo bisogno di un paio di buone pinze piatte e di un paio di pinze a cesoia. Utile ma non assolutamente necessario sarebbe anche un multimetro. Ne basterebbe uno a buon mercato.
Si inizia la sistemazione dei componenti sempre dalle resistenze. I fori sui circuiti stampati sono fatti in modo tale da poter sistemare condensatori e resistenze sulla sua superficie. Pieghiamo i fili terminali ad angolo retto e li infiliamo attraverso i fori e quindi giriamo il circuito stampato. Sul retro tiriamo i terminali con le pinze piatte in modo che la resistenza poggi bene sulla superficie del circuito stampato. Saldiamo i fili terminali e con il tronchetto tagliamo le parti restanti del filo.
È risaputo che molti insuccessi nell'hobby dell'elettronica sono dovuti a cattive saldature. Pertanto si deve sempre lavorare con il saldatore molto caldo e lasciar fluire bene lo stagno senza usarne troppo!
Dopo le resistenze vengono saldati i condensatori C3 e C4. Seguono il diodo Zener i condensatori C2, C1 e il trimmer R5. Fate attenzione alle polarità del diodo Zener e dei condensatori! Anche per i raddrizzatori che seguono bisogna fare attenzione ai collegamenti che non sempre sono sistemati in sequenza ottimale! Di ciò va tenuto conto anche durante l'acquisto.
I transistori T2 e T3 non possono venir montati erroneamente, i fori non lo permetterebbero. Essi sono sistemati in forma triangolare. In ogni caso i transistori non devono poggiare completamente sul circuito stampato; ci deve essere una luce di circa 5 mm tra piastra e transistore.
Come già detto nel paragrafo 1.4 possiamo sistemare e saldare T1 direttamente sulla superficie del circuito stampato oppure pos-

siamo sistemare un dissipatore per il raffreddamento. Per ragioni di sicurezza si dovrebbe sempre farlo dato che la sistemazione non è difficile e il dissipatore costa solo poche lire. Un transistore distrutto per sovraccarico costa molto di più, benchè anche il prezzo dei transistori sia sceso di molto.
La foto 2 della tavola 1 mostra un circuito stampato montato e con dissipatore. Il tutto è sistemato in un contenitore di plastica. Da un lato c' è l'ingresso della tensione alternata del trasformatore mentre dall'altro sono previste quattro uscite per poter collegare più dispositivi. Un'altra foto (3, tavola 1) mostra il dispositivo in un contenitore metallico. Qui il transistore finale T1 è stato sistemato sul contenitore per ottenere un sufficiente raffreddamento. Il costruttore ha montato per i suoi scopi anche un voltmetro e un amperometro (30 V, 5 A). Con questo dispositivo si possono ottenere le migliori prestazioni possibili.
Il transistore non viene fissato direttamente sul contenitore ma tra di essi è sistemata una rondella di mica. Le viti sono isolate da contenitore e transistore con dei manicotti di plastica, i fori per i collegamenti base-emettitore devono essere abbastanza grandi per impedire che i collegamenti stessi tocchino il metallo. Inoltre il transistore è anche ricoperto con una calotta. Questa minuteria elettronica si può reperire presso qualsiasi rivenditore.
Quest'ultimo provvedimento è necessario, dato che la carcassa del transistore conduce una tensione positiva, non quella della tensione in uscita bensì quella del raddrizzatore. Se sistemiamo il transistore senza isolamento, il contenitore avrà anche tensione e prima o poi lavorando con i cavi di collegamento si provocherebbe un corto circuito.
Su una vite sistemiamo un attacco a saldare. Colleghiamo il transistore T1 con tre fili isolati attraverso i relativi fori sul circuito stampato. Base con base, emettitore con emettitore mentre il collettore va collegato con l'attacco a saldare. Entrate e uscite sono sistemate come nel caso del contenitore di plastica. In questo caso non possiamo però incollare direttamente il circuito stampato. (Il fissaggio dovrebbe venir sempre fatto onde evitare spostamenti del

circuito stampato nel suo contenitore. Come colla vanno molto bene il Greenit o il Pattex.) Va prima incollato un pezzo di cartone.

Così la costruzione è completata. Per il collaudo colleghiamo provvisoriamente l'ingresso per la corrente alternata con il trasformatore. In uscita dovremmo rilevare una corrente continua di 18 - 22 V. Deve essere possibile variare la tensione in questo campo a mezzo del trimmer. Se abbiamo un trasformatore con un'uscita di 14 V prefissiamo la V_a su 21; in questo modo, in condizioni di carico otteniamo 12 V.

Chi non possiede un multimetro può aiutarsi come segue: si costruisca un circuito ferroviario e lo alimenti con la V_a. Una locomotiva a c.c. deve poter andare avanti e indietro invertendo le polarità. Non è in ogni caso possibile prefissare esattamente la V_a. Ci si aiuta allora girando il potenziometro R5 fino a che la locomotiva raggiunge la velocità massima e quindi lo si gira un po' in senso inverso.

2. Fischio a vapore elettronico

Ogni ferromodellista prima o poi desidera far sentire, durante il funzionamento del suo impianto, anche i suoni caratteristici delle ferrovie. La via più semplice per ottenere ciò, specialmente per il modellista inesperto in elettronica, è quella di registrarsi i rumori con un registratore e quindi di farli sentire quando l'impianto funziona, come una specie di musica di sottofondo. Inoltre esistono anche in vendita nastri e dischi con i rumori caratteristici delle ferrovie. Tuttavia chi vuole sincronizzare i rumori con le manovre dei suoi trenini deve risolvere il problema con altri mezzi.
Non ci sono difficoltà nel generare il segnale a fischio come puro suono. Vengono infatti offerte sul mercato diverse esecuzioni di generatori di fischi. Per il modellista versato in elettronica ci sono inoltre diversi circuiti integrati a prezzi ragionevoli che con pochi altri componenti possono venir usati come generatori di suoni. Variando i valori dei componenti si può ottenere qualsiasi suono desiderato.
Ma anche queste soluzioni, se si confrontano i suoni naturali con quelli artificiali, sono soluzioni di emergenza che alla lunga non soddisfano.
Manca il vero sbuffare di una locomotiva a vapore, e i suoi suoni che creano la vera atmosfera.

2.1 Il circuito

Il circuito in fig. 10 soddisfa entrambe le esigenze, quella del fischio e quella del suono. Un integrato a basso costo forma il generatore di suono e un transistore genera il rumore del vapore.

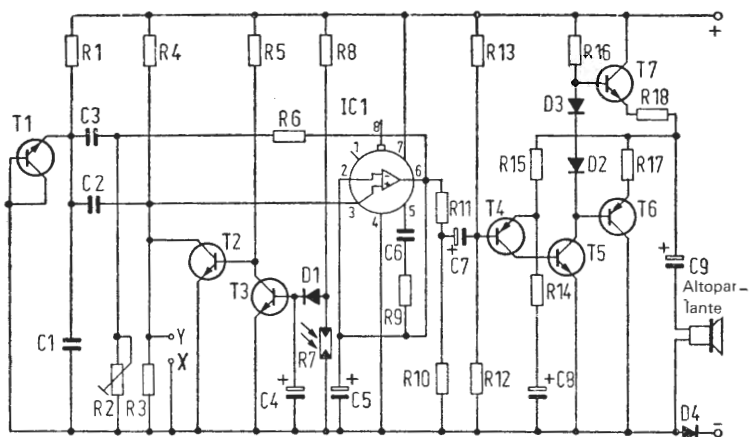



Fig. 10. Circuito del fischio a vapore elettronico con fotorelé e amplificatore.

Lista dei componenti per il circuito di cui alla fig. 10

R1	Resistenza 100 kΩ
R2	Trimmer o potenziometro 10 kΩ 1/4 W
R3/R4	2 Resistenze 470 kΩ
R5	Resistenza 150 kΩ
R6	Resistenza 68 kΩ
R7	Fotoresistenza LDR 3 oppure G11 o equivalenti
R8, R11	2 Resistenze 220 kΩ
R9, R14	2 Resistenze 1 kΩ
R10, R15	2 Resistenze 22 kΩ
R12	Resistenza 820 kΩ
R13	Resistenza 2,2 MΩ
R16	Resistenza 470 Ω
R17, R18	Resistenze 22 Ω
Tutte le resistenze ± 10% / 1/4 - 1/2 W	
C1	Condensatore 0,39 μF o 0,47 μF o 0,58 μF
C2	Condensatore 0,22 μF o 0,27 μF
C3	Condensatore 0,033 μF
C4, C8	Due condensatori elettrolitici 10 μF/25 V
C5	Condensatore elettrolitico 47 μF/25 V
C6	Condensatore a ceramica 25 pF
C7	Condensatore elettrolitico 2,2 μF/10 V
C9	Condensatore elettrolitico 100 μF/25 V
D1-D4	4 Diodi 1 N 4001 o equivalenti
T1, T2, T3, T5, T7	5 transistori BC 107 o equivalenti
T4, T8	Due transistori BC 177 o equivalenti
IC1	Circuito integrato μA 741

Il rumore del vapore viene miscelato con il suono. Ne risulta un fischio di locomotiva che è molto simile a quello reale.
Naturalmente non si può generare un fischio di locomotiva che sia proprio identico a quello reale. Però chi si prenderà la briga di costruire accuratamente il circuito ed eventualmente di cambiare alcuni componenti secondo i suoi gusti o scegliendo un forte transistore di rumore, potrà generare dei suoni molto simili a quelli originali. Spesso la differenza con il fischio originale si potrà rilevare solo con l'oscilloscopio.
Il suono viene generato dall'integrato (IC) μA 741. Se ne trovano di diverse marche: Fairchild: A 741C, National: LM 741C, Texas: SN 72741, Motorola: MC 1741C, Siemens: TBA 221, e ITT: MTC 741.
Inoltre essi vengono offerti in 4 modelli. La Fig. 11 indica questi diversi modelli con i loro contrassegni e con gli schemi dei collegamenti. Il circuito stampato progettato per questo circuito è adatto per tutti questi modelli.

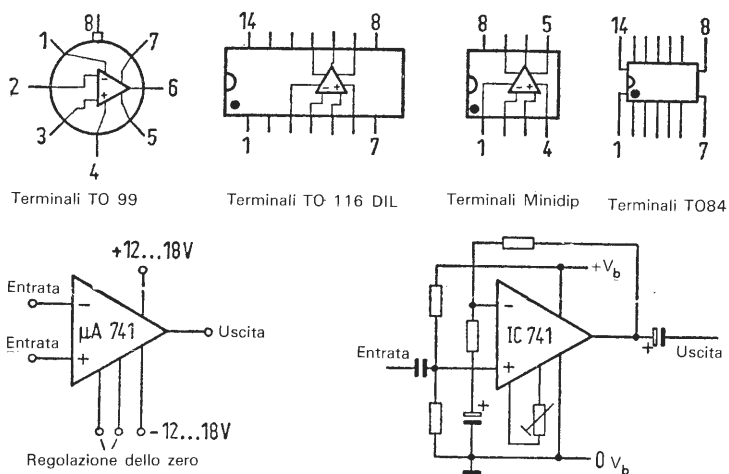



Fig. 11. Dati ed esecuzioni dell'IC A 741. Sotto a destra: Circuito di principio dell'amplificatore a corrente alternata alimentato asimmetricamente.

Collegamenti corrispondenti	TO 99 e Minidip	TO 166 e TO 84
Offset zero	1	3
Ingresso invertito	2	4
Ingresso non invertito	3	5
Alimentazione corrente negativa	4	6
Uscita	6	10
Alimentazione corrente positiva	7	11

Dati caratteristici

Tensione alimentazione	± 12 V fino 18 V asimmetrica 30 V
Corrente dello zero	30 nA
Resistenza ingresso	1 MΩ
Ingresso corrente in stato di riposo	200 nA
Campo tensione in ingresso	± 12 V
Campo tensione uscita	± 14 V
Campo resistenza in uscita	75 Ω
Amplificazione a vuoto	100 000
Frequenza limite	1 MHz
Dissipazione di potenza	50 mWatt
Corrente di picco in uscita	25 mA

Il transistore T1 che serve per generare il « rumore del vapore » viene collegato come diodo di rumore.
Come si può già capire dai termini « diodo di rumore » si potrebbe usare al posto del transistore anche un diodo. In ogni caso deve essere un diodo Zener. Esso verrà montato nel circuito con polarità invertite rispetto a quelle normali. Ad una determinata tensione, nel nostro circuito 12 V, il diodo viene abilitato e ne risulta un forte fruscio.
Qui abbiamo preso un transistore e non abbiamo collegato l'emettitore come al solito con lo zero ma con il positivo. La resistenza R1 serve come limitatore di corrente; essa previene la distruzione del transistore in caso di scarico di corrente. Il transistore di rumore T1 deve eventualmente venir misurato. Non tutti i transistori generano lo stesso spettro di rumore.
Persino se costruiamo due dispositivi con gli stessi componenti non otteniamo lo stesso suono.
Tutti i componenti hanno tolleranze e anche piccole differenze nei valori delle resistenze e dei condensatori, oppure una differenza di

solo mezzo Volt nella tensione di alimentazione che comporta un cambiamento del rumore.
Pertanto non è sensato impiegare componenti molto costosi. Le resistenze con tolleranze dell'1% sono molto più costose di quelle con tolleranze del 10% che vanno bene lo stesso. Ci sono inoltre dei condensatori che sono garantiti per una tolleranza del 20%. In questo caso però un singolo condensatore costerebbe più di tutto il dispositivo in esecuzione normale. Si possono quindi usare anche componenti di recupero acquistati in pacco. In questo caso si dovrebbero provare le resistenze con un ohmetro e verificare la scarica dei condensatori. Oggigiorno si trovano vecchi apparecchi televisivi che potrebbero venir smontati per il recupero dei componenti persino presso gli scarichi delle immondizie.
Anche la necessità di ottenere lo stesso rumore da più dispositivi può essere soddisfatta con un componente variabile. Pertanto sostituiamo R2 con un trimmer o un potenziometro di 10 kΩ. Possiamo in questo modo variare il rumore nello spettro desiderato, dato che il trimmer è regolabile da zero a lieve fruscio e a profondo ronzio, suono quest'ultimo che assomiglia al rumore della locomotiva elettrica. Infatti il fruscio viene quasi eliminato con il trimmer in quest'ultima posizione.
Quindi con una piccola variazione del circuito possediamo un dispositivo che può generare quasi tutti i fischi delle locomotive. Il trimmer ci dà un altro vantaggio. Se nel pacco dei componenti di recupero non ci sono le resistenze indicate nell'elenco dei componenti, si potrebbero usare quelle con i valori prossimi più alti o più bassi. Per esempio per R9 invece di 1 kΩ si potrebbe scegliere una resistenza con valore di 1,2 kΩ o di 820 Ω. Oppure per R10 invece di 22 kΩ, 27 kΩ. Per il condensatore la possibilità di una sostituzione è già indicata nella lista dei componenti. Solo i seguenti componenti non dovrebbero venir variati nei loro valori: tutti i condensatori elettrolitici, il condensatore C3 e le resistenze R6, R12, R13, R17 ed R18.
Inoltre è possibile, variando i valori di determinati componenti, restringere lo spettro del rumore ad un determinato campo. Se si

diminuisce la R9 a 470 Ω oppure la R6 a 47 kΩ si ottiene un fischio molto acuto che può venir variato con il potenziometro solo nel campo più alto della tonalità. Viceversa possiamo variare il suono nel campo dei bassi aumentando i valori.
In questo modo siamo arrivati all'integrato e ai suoi collegamenti esterni. Il μA 741 è un cosiddetto amplificatore operazionale che qui è commutato come generatore di suono e come amplificatore, alimentato asimmetricamente da tensione alternata. Conosciamo già il concetto di generatore di suono. Ma cosa significa asimmetrico?
Normalmente un OP (questa è la normale abbreviazione per amplificatore operazionale) viene alimentato simmetricamente come indicato in fig. 11. Cioè vengono impiegate una tensione positiva e una negativa. Per esempio +14 V e −14 V. Per generare queste tensioni dovremmo avere un ulteriore alimentatore. Ed è per questo che alimenteremo il nostro circuito integrato asimmetricamente cioè con 0 V e una tensione positiva.
Le resistenze R3, R4, R10, R11 e i C2, C5, C7 formano con il circuito integrato l'amplificatore a tensione alternata. C1, C3, C6, R6, R9 e il trimmer R2 generano il suono e lo mescolano con il fruscio erogato verso l'amplificatore dal transistore T1 e la resistenza in serie R1.
In questo modo abbiamo chiarito la parte più importante del circuito, abbiamo cioè generato il suono e il fruscio e li abbiamo mescolati. Ma l'amplificazione effettuata dall'IC non è ancora sufficiente per poter far funzionare un altoparlante. Dobbiamo inserire a monte ancora un amplificatore. I componenti sulla parte destra del circuito dopo il condensatore C7 attraverso il quale accoppiamo il rumore « miscela suono vapore », formano un amplificatore di 0,5 Watt che è completamente sufficiente per i nostri scopi. Per piccoli impianti il suono può essere persino troppo forte.
I transistori T4 e T5 costituiscono lo stadio di entrata dell'amplificatore. La regolazione della tensione continua per questo stadio d'entrata è molto importante per un funzionamento cor-

retto dell'amplificatore. Pertanto le resistenze R12 e R13 dovrebbero avere precisamente i valori indicati. I transistori T6 e T7 formano uno stadio complementare in classe B. Anche la regolazione di quest'ultimo è importante per il nostro dispositivo. Esso fa risparmiare corrente in modo da non dover usare un dissipatore extra su entrambi questi transistori. Inoltre il rendimento è quasi doppio di quello di un dispositivo di classe A.
Si oltrepasserebbero i limiti di questo libro se si volessero qui spiegare anche i concetti relativi alle curve caratteristiche dei transistori. Si accennerà pertanto solo quanto segue: in classe A il punto di lavoro del transistore, mediante un determinato collegamento, si trova circa nel mezzo della curva caratteristica. In classe A inoltre, si fanno funzionare tutti gli stadi d'entrata, anche quello qui sopra menzionato, perché in questo modo si permette una amplificazione priva di distorsioni. Anche gli stadi d'uscita degli apparecchi ad alta fedeltà vengono fatti funzionare in questo modo.
Dato però che in classe A si ha un peggior rendimento bisogna impiegare dei forti transistori finali. Un altro svantaggio è che nei transistori si ha un costante flusso di corrente, siano essi pilotati o meno. In posizione di riposo (nessun pilotaggio) la potenza perduta è ancor più grande poiché tutta la potenza del transistore viene trasformata in calore. Ed è per questo che i transistori finali degli apparecchi ad alta fedeltà sono generalmente sistemati sulla piastra posteriore dell'apparecchio stesso e muniti di grossi dissipatori. Nei dispositivi più cari essi vengono persino raffreddati con dei ventilatori.
Le cose sono ben differenti in classe B. Qui il punto di lavoro si trova sullo zero della curva caratteristica. La corrente fluisce solo quando il transistore viene pilotato. Ed è per questo che possiamo usare anche transistori più piccoli senza raffreddamento. La distorsione in classe B è notevolmente più grande di quella in classe A ma proprio ciò ci sarà d'aiuto per il nostro fischio a vapore.
Mentre in classe A è possibile avere degli stadi finali anche con un

solo transistore, in classe B vengono impiegati due transistori finali che o lavorano in controfase oppure sono collegati in modo complementare per lasciar passare anche la semionda negativa dato che il punto di lavoro si trova sulla linea dello zero.
Il nostro amplificatore è pertanto munito di uno stadio complementare finale di classe B. La stabilizzazione si ottiene mediante un contro-accoppiamento tramite C8, R14 ed R15. Le resistenze di emettitore R17 ed R18 non devono venir variate nei loro valori. Infatti in caso di abbassamento di questi valori i transistori T6 e T7 diventerebbero troppo caldi. D'altronde se i valori vengono aumentati il volume aumenta rapidamente.
L'amplificatore ha, con il condensatore C9, un'uscita capacitiva. Ciò è importante se vogliamo lasciare il nostro dispositivo sotto corrente senza aver caricato l'uscita, cioè senza aver inserito l'altoparlante. L'altoparlante deve avere un'impedenza di almeno 8 Ω. Non ci sono limiti per valori superiori e pertanto si possono usare anche degli altoparlanti capsulari in miniatura con 500 Ω di impedenza. Si vedrà più tardi che questo fatto sarà per noi molto importante.
Un problema particolare è purtroppo quello dell'accensione e dello spegnimento del dispositivo. Se si usa per questo scopo ciò di cui si dispone, cioè la tensione di alimentazione, si nota spiacevolmente che il generatore necessita di un periodo transitorio. Inserendo la tensione si sente dapprima un clic (colpo acustico). Quindi per circa un secondo non succede niente. Infine si sente il rumore e solo dopo il suono che va dai bassi verso gli acuti. Ciò è naturalmente molto differente dai rumori naturali. Si pensi infatti solamente ai tempi. Con scartamento HO dobbiamo prefissare un rapporto di 1 : 87. Con scartamento N uno di 1 : 160.
Se per esempio vogliamo far sentire il fischio a vapore prima di un tunnel dobbiamo attendere circa un secondo prima che esso arrivi. Con scartamento HO, tenendo conto del rapporto con l'origine ciò significherebbe 87 secondi mentre con scartamento N si arriverebbe ai 160 secondi. Negli esercizi ferroviari veri la locomotiva inizia il fischio circa 10 m prima del tunnel. Con il nostro tipo di

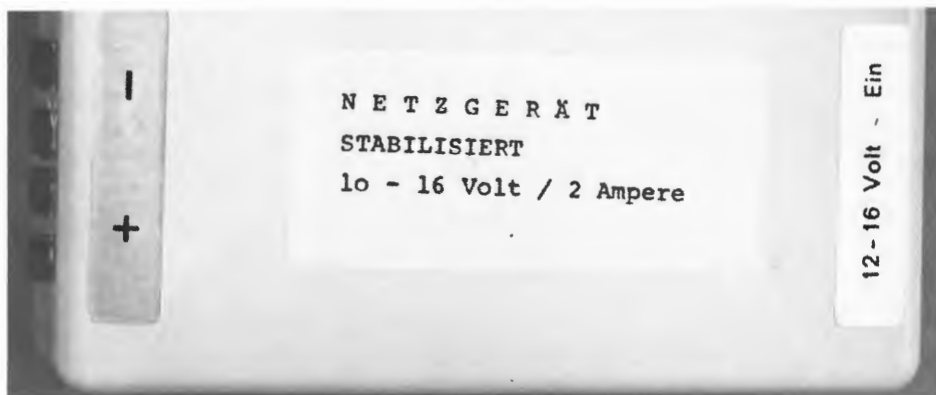



Fig. 1. Alimentatore con potenza di 2 A in contenitore di plastica.

Tabella 1

Fig. 2. Alimentatore di cui alla fig. 1 aperto. Il dissipatore dovrebbe venir sempre montato anche se il dispositivo non viene usato a piena potenza. Sul lato del contenitore in plastica si trovano sino a sei paia di boccole. Se si dovessero avere più uscite esse devono venire sistemate sulla parte superiore.

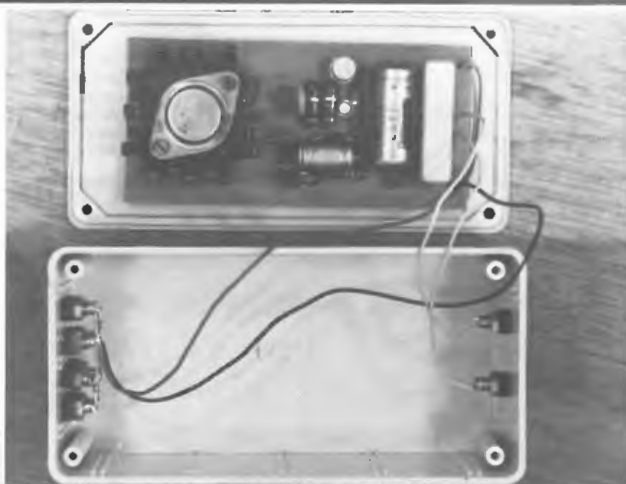



Fig. 3. Alimentatore per 4-5 A in contenitore metallico. Il transistore di potenza è montato sulla parte laterale del contenitore per far posto sulla parte superiore dello stesso a due dispositivi di misura. Altrimenti il transistore può venir montato sul coperchio. Anche in questo caso si possono sistemare più uscite.

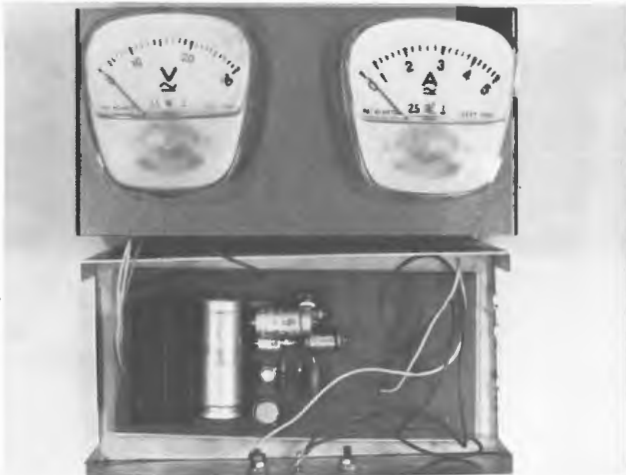
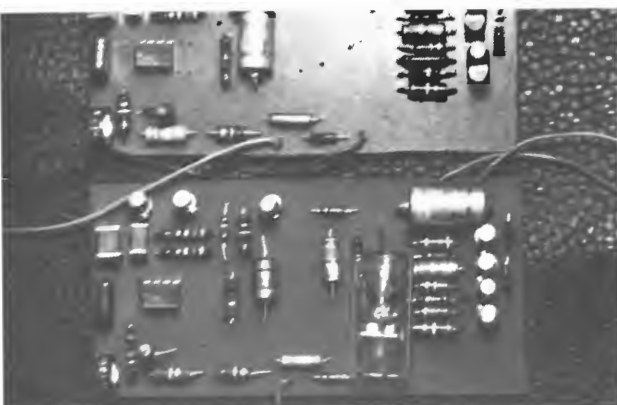



Fig. 4. Fischio a vapore elettronico. Il circuito stampato superiore è predisposto per la commutazione mediante un interruttore ad apertura mentre quello inferiore con i componenti supplementari è predisposto per i fotorelé.

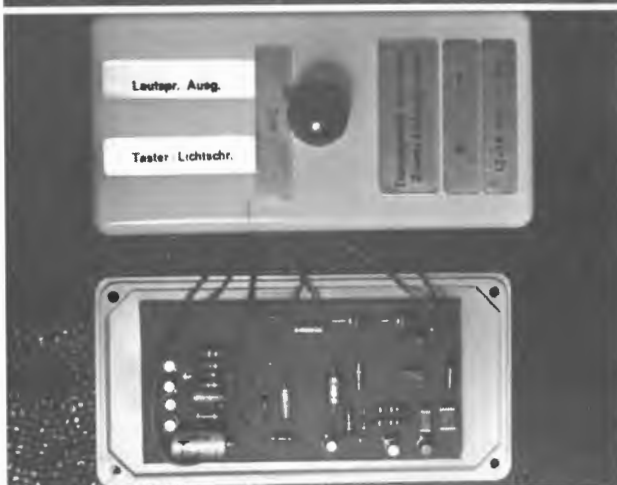



Tabella 2

Fig. 5. Circuito stampato del dispositivo elettronico del fischio a vapore con contenitore. Il fotorelé è montato.

Fig. 6. Circuito stampato del dispositivo del fischio a vapore immerso in resina e incollato sul fondo del contenitore. L'immersione in resina è sempre raccomandabile.

commutazione il fischio avverrebbe quando la locomotiva è già nel bel mezzo del tunnel. Pertanto non possiamo usare questo sistema. L'unico dato reale sarebbe solo il fatto che il suono arriva dopo un fruscio iniziale. Ciò si verifica infatti in diversi tipi di locomotive. Ma non sarebbe semplice ovviare alla tendenza verso gli acuti.

Cerchiamo di risolvere il problema mettendo in corto la R3. Con questo mezzo, anche con tensione applicata, il generatore resta interrotto. Appena si elimina il corto si sente subito il rumore. Il suono si sente sempre con un po' di ritardo tuttavia sempre prima che nel circuito precedente. Inoltre esso non ha la tendenza verso gli alti. Abbiamo eliminato pertanto almeno la pausa e il clic di inserimento.

Il corto lo sistemiamo sui punti x e y inserendo un interruttore. Non dobbiamo usare un normale interruttore a « chiusura » bensì uno ad « apertura » che si apra con la pressione. Il fischio si sente dunque quando il collegamento tra x e y viene interrotto. Tali interruttori ad apertura sono facilmente reperibili in commercio. Chi preferisce che il dispositivo si inserisca automaticamente, invece dell'interruttore può scegliere un relé che può venir comandato tramite contatti sulle rotaie o tramite gli scambi. In questo caso bisogna fare attenzione che il relé deve lavorare con ritardo cioè esso deve chiudere dopo un determinato periodo di tempo altrimenti il fischio sarebbe troppo breve o non si sentirebbe neppure. Un circuito adatto a questo scopo viene descritto nel paragrafo 3.1.

Un'elegante soluzione del problema di commutazione viene offerta dai fotorelé. A questo scopo abbiamo bisogno dei componenti supplementari T2, T3, R5, R7, R8, D1 e dell'elettrolitico C4. Sul circuito stampato è previsto il posto per questi componenti. Chi non vuol lavorare con i relé fotoelettrici può naturalmente tralasciare di costruire questa parte del circuito. Fondalmentalmente il relé fotoelettrico sostituisce l'interruttore x-y. Esso viene commutato con il T2. Sinché la fotoresistenza R7, un LDR, è illuminata il T2 è commutato e collegato quindi con R3. Il generatore è

fermo. Quando la R7 è oscura il transistore T2 viene disabilitato e si iniziano le oscillazioni del generatore. Si ode quindi il fischio. La fotoresistenza naturalmente non viene sistemata sul circuito stampato ma in qualche posto nell'impianto. Essa viene quindi collegata a mezzo fili con il nostro dispositivo.
Chi vuol saperne di più circa la possibilità di impiego dei relé fotoelettrici può leggere il libro di Heinz Richter pubblicato dallo stesso editore e intitolato « La luce in elettronica ».
Il diodo D4 sull'ingresso negativo dell'alimentazione della tensione protegge l'IC da guasti in caso di errata polarità della tensione. Senza questo diodo, in caso di una inversione da positivo a negativo della tensione di alimentazione, l'IC verrebbe danneggiato in poche frazioni di secondo.

2.2 La sistemazione dei componenti

Per la sistemazione dei componenti in conformità alla fig. 13, procediamo come nel caso dell'alimentatore. I componenti verranno sistemati nella sequenza resistenze, condensatori, diodi, transistori e IC. Nel caso dei diodi e degli elettrolitici dobbiamo fare sempre attenzione alla polarità dei collegamenti. Per l'IC normalmente useremo uno zoccolo in modo che in caso di errore l'IC possa venir estratto. Dissaldare un IC è difficile anche per un esperto. Il principiante lo danneggerebbe quasi certamente. Per tutti e tre i modelli di integrati si ha uno zoccolo adatto. Però tutti gli IC si adattano allo zoccolo tipo DIL 14.
Ancora una cosa dobbiamo tener presente. Il sistema di numerazione dei collegamenti di un IC deve venir letto attentamente. Al contrario dei transistori, dove la posizione dei collegamenti B, C ed E può venir letta guardando il transistore dal di sotto cioè contro i piedini, nell'integrato la lettura va fatta sopra.
Dopo la sistemazione dei componenti controlliamo con cura la parte inferiore del circuito stampato, osservandola attentamente. Prima di inserire la tensione, dobbiamo essere sicuri al cento per

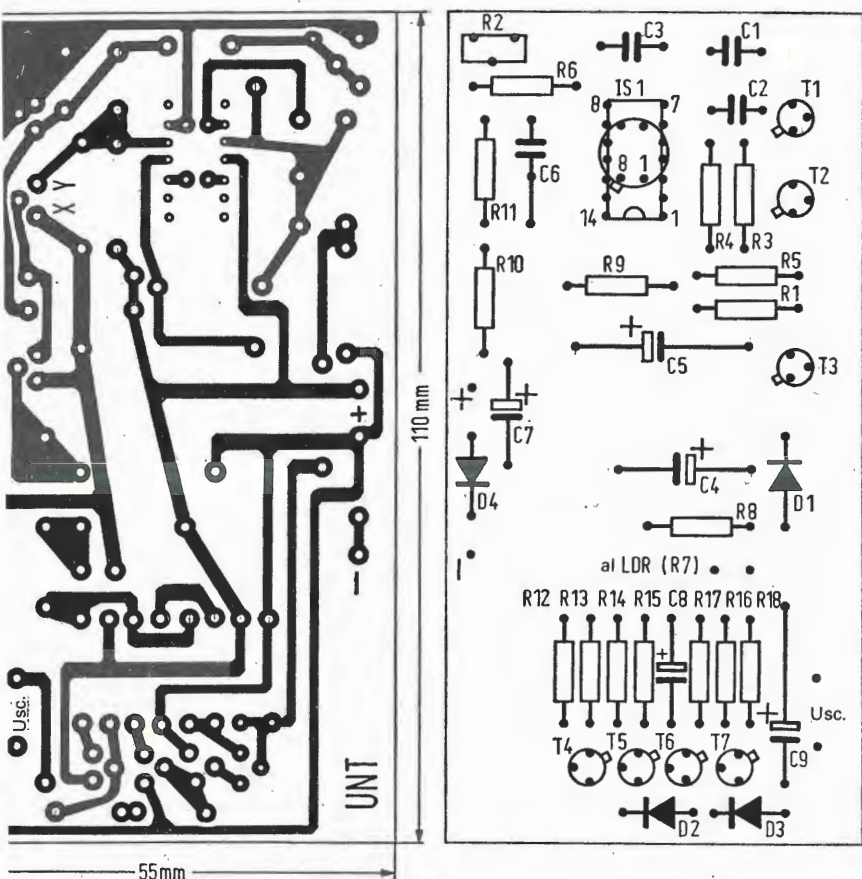



Fig. 12. a sinistra: Piano di incisione del circuito stampato per il dispositivo del fischio a vapore con i fotodiodi e l'amplificatore di cui alla fig. 10. Fig. 13 a destra: Piano di sistemazione dei componenti per il dispositivo del fischio a vapore con i fotodiodi e l'amplificatore di cui alla fig. 10.

cento che non abbiamo fatto alcun errore nella sistemazione dei componenti. Se i componenti sono sistemati in modo errato essi verranno distrutti molto presto. Ciò comporta delle spese. Il dis-

saldamento non è semplice e con esso si possono danneggiare le piste o gli altri componenti.
Dopo aver effettuato il controllo visivo in modo soddisfacente, si collega l'uscita con un altoparlante e si immette la tensione di alimentazione nelle relative entrate. La tensione la preleviamo dal nostro alimentatore.
99 volte su cento il nostro dispositivo genererà a questo punto un fischio che possiamo regolare alla tonalità desiderata per mezzo del trimmer. Dapprima si ha un clic, poi si sente il fruscio e quindi segue il suono del fischio. In questo modo si controlla anche che la tensione di alimentazione faccia funzionare il circuito.
Tuttavia se il dispositivo dovesse rimaner muto, disinseriamo subito la tensione. Prima di prendere altri provvedimenti giriamo il circuito stampato e ispezioniamo ancora una volta la sua parte inferiore, se possibile anche con una lente. Proprio nei circuiti stampati autocostruiti un pelo o qualche altra cosa può avere interrotto una pista, senza che questa interruzione possa essere visibile ad occhio nudo. Altre sorgenti di guasti sono le cattive saldature oppure le piste in corto dovuto a troppo stagno su un punto di saldatura. In questo caso ci sarà d'aiuto un ohmetro con il quale proveremo tutte le piste sia per la conducibilità che per i corti. Ma per prima cosa si tolga l'IC dal suo zoccolo. L'ohmetro lavora alimentato con batteria e questa potrebbebbe danneggiare l'IC.
Se tutto va bene non ci resta altro che controllare i singoli componenti uno per uno. Eventuali difetti possono essere causati da:
- C5 con polarità invertite.
- l'IC sistemato nello zoccolo in modo errato; in caso positivo bisogna tener presente che l'IC sarà normalmente guasto e che dovrà venir cambiato.
- C7, C8 oppure C9 con polarità invertite.
- scambio di resistenza durante la sistemazione dei componenti.

In questo modo abbiamo completato la lista degli eventuali errori. Se non sentiamo ancora niente rimane solo la possibilità di aver inserito qualche componente guasto. Qui ci può essere d'aiuto

solo il cambiamento successivo dei componenti. A ciascun cambiamento si deve provare di nuovo il circuito collegandolo con l'altoparlante e inserendo la tensione.
Si può abbreviare la ricerca del guasto ascoltando se si ode un clic sull'altoparlante quando inseriamo la tensione. In caso positivo il guasto si trova sulla parte del generatore. Se non si sente alcun clic cominciamo a cercare il guasto nella parte amplificatrice. Allo scopo ci può essere utile un vecchio giradischi senza amplificatore. Dissaldiamo C7 e sistemiamo un cavetto nel foro nel quale era collegato il lato negativo dell'elettrolitico. Su questo filo e sul negativo del circuito stampato colleghiamo il giradischi o un altro generatore di suono. Inserendo la tensione di alimentazione (togliere l'IC) dobbiamo udire la musica o il suono. In caso negativo l'amplificatore non è in ordine. Se invece udiamo la musica è il generatore che deve venir controllato.
Raramente è l'IC che è guasto. Pertanto inizieremo la ricerca altrove. Anche i transistori sono normalmente in ordine. In questi casi è molto utile una prova dei singoli componenti e una verifica della sistemazione degli stessi. Normalmente il guasto è dovuto a qualche errore fatto durante il montaggio.

2.3 Costruzione e impiego

Se il circuito lavora in modo soddisfacente, togliamo l'altoparlante e la tensione di alimentazione dopo aver regolato con il trimmer la tonalità desiderata.
Come contenitore è adatto un tipo in plastica che può venir facilmente lavorato. Il colore grigio si adatta bene agli altri accessori delle ferrovie in miniatura.
La foto 5 di tavola 2 indica come viene sistemato il circuito stampato. Se il volume del suono deve venir variato dall'esterno, sistemiamo sulla parte superiore del contenitore un potenziometro da 10 kΩ. Su un lato del contenitore si trovano due boccole per l'alimentazione mentre sull'altro lato ci sono le boccole per l'altopar-

lante e per l'LDR oppure per l'interruttore. Sul circuito stampato, nei fori previsti allo scopo, saldiamo dei trefoli da 10 cm cadauno che devono venir portati sulle relative boccole. Se abbiamo sistemato un potenziometro saldiamo sui fori esterni, proprio nel punto dove si trovava il trimmer, due fili. Sul potenziometro uno andrà sul collegamento intermedio e l'altro su quello laterale. Si possono scegliere i lati a piacere. Il suono verrà prefissato quindi dall'esterno con il potenziometro.
Colleghiamo le boccole e il potenziometro del contenitore con i relativi collegamenti sul circuito stampato. Il circuito stampato va incollato con Pattex o con altro simile adesivo sul contenitore. In questo caso non è necessaria una guarnizione in cartone dato che la plastica non è conduttrice. Prima di chiudere il contenitore lasciamo che la colla si asciughi bene. Ora possiamo chiudere il contenitore con le viti. Infine bisogna ancora collegare l'altoparlante e la tensione di alimentazione sulle boccole previste. Le boccole per il commutatore e rispettivamente per i fotorelé non vengono ancora usate dato che l'interruttore ad apertura R3 non è in corto. Appena si inseriscono l'altoparlante e l'alimentazione si deve udire il fischio.
Se il dispositivo funziona bene continuiamo con la costruzione del nostro impianto ferroviario. Sistemiamo l'altoparlante nascondendolo in qualche parte del paesaggio e collegandolo con il nostro dispositivo in modo che questo sia pronto per il funzionamento. Per la commutazione usiamo l'interruttore d'apertura sopra menzionato. Una pressione sul tasto è sufficiente: ecco che si deve sentire il fischio.
Se avete scelto un fotorelé per avviare il fischio avrete naturalmente sistemato sul circuito stampati i relativi componenti. Non avrete collegato x e y con le boccole ma con la relativa fotoresistenza R7. La fig. 14f indica come sistemare gli LDR vicino alle rotaie. L'LDR verrà illuminato dall'altra parte delle rotaie con una piccola lampadina.
A parte il fatto che entrambi i componenti dovrebbero venir nascosti con qualche arbusto, la fotoresistenza deve venir protetta

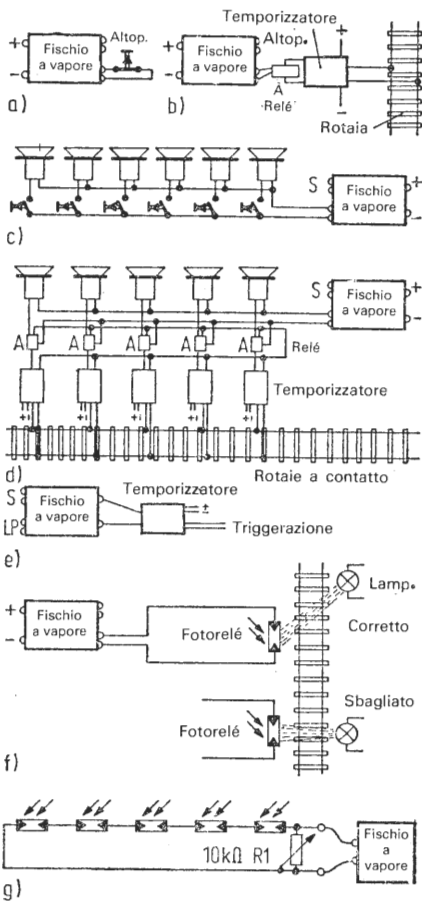



Fig. 14. Le diverse possibilità di commutazione del fischio a vapore elettronico con pulsanti, relé e temporizzatore. a) Commutazione con interruttore d'apertura; b) Commutazione con relé e temporizzatore; c) Commutazione di più altoparlanti pilotati con pressione di un tasto; d) Commutazione di più altoparlanti con due temporizzatori e relé; e) Commutazione del dispositivo tramite temporizzatore. Triggerazione a piacere; f) Commutazione del dispositivo con relé; g) Compensazione dei fotorelé.

da luci esterne. Ciò si può fare con un piccolo contenitore di cartone. Anche le lampadine devono essere sistemate in un piccolo tubo per emettere un fascio di luce che colpisca direttamente l'LDR.

La fig. 14f indica che l'LDR e la lampadina non devono stare esattamente uno opposto all'altra ma devono essere spostati di un

poco. Il generatore, come si sa, necessita di un determinato periodo d'innesco e si spegne immediatamente quando l'LDR viene illuminato. Sistemando entrambi i componenti uno di fronte all'altro succederebbe quanto segue: la locomotiva oscura l'LDR, il generatore fischia ma si spegne subito quando il raggio di luce passa attraverso lo spazio tra locomotiva e vagone colpendo la fotoresistenza. E ciò succede per ciascun vagone.
Se sistemiamo invece i componenti come indicato nella fig. 14f il fascio di luce rimane interrotto fino al passaggio dell'ultimo vagone e otteniamo il fischio desiderato senza disturbi in modo continuo.
Dato che in ogni caso bisogna tener conto del tempo d'innesco del generatore, il fotorelé deve venir sistemato circa 15 cm prima del punto in cui il fischio deve iniziare. Anche l'interruttore deve venir premuto in tempo utile.
L'ideale sarebbe se in tutti i punti dove si deve sentire il fischio si potesse sistemare un altoparlante e un fotodiodo. Ciò purtroppo è possibile solo costruendo un dispositivo per ciascun punto, il che si potrebbe anche fare in caso di grossi impianti.
Se abbiamo un unico dispositivo ci rimangono solo le seguenti possibilità: o lavoriamo con un altoparlante e con più LDR oppure senza interruttore con il dispositivo permanentemente inserito. In quest'ultimo caso si interrompe il circuito con l'altoparlante. Quest'ultimo metodo dovrebbe essere il più semplice e anche il più a buon mercato.
La fig. 14g indica la prima possibilità: più LDR e un altoparlante. La disposizione dei fotorelé sui punti desiderati viene fatta in conformità alla fig. 14f, le fotoresistenze vanno però collegate in serie. Bisogna tener conto del trimmer R1. Esso ha il compito di bilanciare il circuito in serie. La fotoresistenza durante l'illuminazione ha una resistenza molto piccola. Quando non è illuminata la sua resistenza è grande. Il collegamento in serie potrebbe comportare quindi che anche con normale illuminazione il fischio parta. In conformità alla legge di Ohm si sommano le resistenze in serie e in questo modo sulla base del numero degli LDR si può ottenere il

valore limite di innesco dei nostri fotorelé. Il trimmer R1 è ora in parallelo agli LDR. In conformità alla stessa legge di Ohm, in caso di collegamento in parallelo, la resistenza totale è minore della più piccola resistenza. Possiamo quindi regolare la resistenza totale con R1.

È facile vedere che gli altoparlanti non possono venir collegati nello stesso modo. Essi emetterebbero il fischio contemporaneamente.

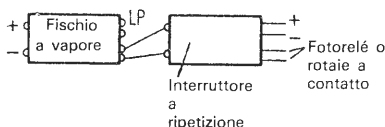
Se in impianti grandi si deve lavorare con più altoparlanti, tralasciamo di sistemare i componenti per i fotodiodi e le relative boccole. Gli altoparlanti, che devono essere più piccoli, verranno sistemati nell'impianto proprio là dove si dovrebbe udire il fischio, per esempio davanti a un tunnel, ad un segnale, ad una stazione di smistamento ecc. Questi altoparlanti vanno collegati in parallelo in conformità alla fig. 14c.

Per ogni conduttore degli altoparlanti sistemiamo un interruttore che in condizione di riposo sia aperto cioè un interruttore a « chiusura ». Il dispositivo di generazione del suono è sempre sotto corrente cioè è sempre inserito. Se premiamo un tasto si sente immediatamente il fischio sul relativo altoparlante. In questo caso il tempo d'innesco decade, dato che il dispositivo di generazione del suono lavora sempre. Come commutatore possiamo usare la tastiera di commutazione 7210 della Märklin. Con questa si possono commutare quattro altoparlanti.

Chi vuole anche in questo caso far sentire il fischio automaticamente deve investire un po' di più. Bisogna sostituire gli interruttori con un Trixrelé a doppi contatti, e sistemare nel circuito ferroviario due rotaie di commutazione. Queste rotaie commutano ora il relé. Se la locomotiva viaggia sulla prima rotaia il relé commuta da una parte e si ode il fischio, quando la locomotiva raggiunge la seconda rotaia il relé viene disabilitato.

In ogni caso si udrà il fischio indifferentemente dalla parte da cui arriva il treno. Se il segnale deve venir udito solamente quando la locomotiva arriva da una determinata direzione, bisogna impie-

gare particolari rotaie di commutazione: per esempio la Märklin 2199 oppure la 2139 o similari. Con questo tipo di rotaie si può effettuare la commutazione sia che il treno arrivi da destra o da sinistra come pure da entrambe le direzioni.
È difficile sistemare questo tipo di rotaie di commutazione in impianti già finiti. Pertanto si potrebbero montare dei relé a contatti magnetici protetti. Dei molti tipi in commercio sarà sufficiente per i nostri scopi uno con un solo contatto di « inserimento ».
Un relé a contatti magnetici protetti (a lamella) consiste di un tubetto a vuoto riempito con gas nobili. Nel tubetto, generalmente di vetro, si trovano le linguette dei contatti che vengono commutati da un magnete o da una bobina. Incolliamo il relé a lamella tra le rotaie. Esso funzionerà come un interruttore che interrompa un conduttore. Sotto la locomotiva incolliamo un magnete. Esso deve passare esattamente sopra il relais ad una distanza di circa 5-8 mm. Il magnete chiude le linguette dei contatti. Si ha quindi un breve impulso con il quale possiamo commutare un trixrelé o un relé a ritardo.
I relé a lamelle si trovano a buon mercato in commercio. I negozi specializzati in ferromodellistica li offrono già pronti per la sistemazione sulle rotaie ma ad un prezzo molto più alto.
Uno svantaggio dei relé a lamella è quello che essi commutano da entrambi i lati. Ma si può ovviare anche a quest'ultimo inconveniente. Questo però è un problema abbastanza complesso che non vogliamo trattare in questo libro.
La fig. 14d indica un'altra soluzione, forse migliore. Invece del Trixrelé viene usato un relé normale con un contatto di lavoro. A monte si è sistemato un temporizzatore che è collegato come flip flop monostabile. Ora, prima del tunnel, abbiamo bisogno di una rotaia di commutazione con inserimento da un lato, mentre ai passaggi alle stazioni, su ciascun lato, sistemiamo dei relé a lamella. L'esatto funzionamento viene descritto nel capitolo che segue relativo al temporizzatore.
La fig. 14e indica l'inserimento del temporizzatore direttamente

Fig. 15. Commutazione del fischio a vapore in caso di segnale di arresto con ripetizione del fischio.

sul dispositivo del fischio. Questo circuito viene usato solo in grandi impianti ed è descritto più in avanti.

Nella fig. 15 il temporizzatore, un flip flop astabile, è collegato con il dispositivo. In questo modo il generatore del fischio può emettere a determinate distanze un segnale di una determinata lunghezza. La durata del fischio e le pause sono regolabili. Così si ha anche la possibilità di emettere dei fischi di segnalazione ripetitivi quando la locomotiva deve attendere davanti a un segnale. Questo sistema è adatto anche se la piccola locomotiva viaggia su un tratto contrassegnato « F » nel quale cioè deve essere emesso un fischio continuo.

Dobbiamo spiegare un'espressione. La triggerazione. Con triggerazione si intende un determinato tipo di inserimento e di disinserimento di circuiti o di apparecchiature. Per la triggerazione si ha bisogno di un impulso. L'onda può essere a forma sinusoidale, quadra, a dente di sega oppure aghiforme. L'impulso può venir emesso tramite pressione di un tasto, mediante contatti di una rotaia o manuali come pure tramite un generatore. Il generatore oscilla a una determinata frequenza che viene diretta sul circuito da pilotare. Può essere usata per esempio la frequenza di 50 Hz della nostra illuminazione.

3. Il temporizzatore

Come abbiamo già visto, l'interruttore a tempo è necessario per udire il fischio della locomotiva per un determinato periodo di tempo. Meccanicamente possiamo ottenere ciò inserendo un relé, per esempio un termorelé. Questo, al contrario dei relé normali, non lavora con delle bobine che attraggono o respingono magneticamente i contatti ma con bobine che servono come avvolgimento di riscaldamento, e che influenzano una striscia bimetallica che muove i contatti. La lamella bimetallica è composta di due differenti metalli. Dato che i metalli sotto l'effetto del calore hanno un differente grado di espansione, essa, durante il riscaldamento si piega, e ritorna nella sua posizione originaria di partenza appena viene raffreddata.
La fig. 16 indica un termorelé con un contatto di lavoro e il suo simbolo schematico. Appena il calore ha effetto sulla lamella bimetallica, essa si piega e avviene il contatto. Durante il raffreddamento il contatto si apre. A prima vista questo relè sembrerebbe proprio adatto ai nostri impieghi. Tuttavia esso ha un certo tempo di inerzia che ci impedisce di prefissare esattamente i tempi. Per esempio il tempo di abilitazione, cioè il tempo durante il quale la bobina di riscaldamento deve rimanere sotto corrente affinché avvenga il contatto, ammonta a circa due secondi. Pertanto, in

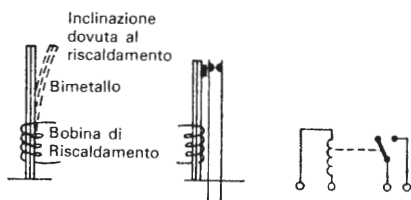



Fig. 16. Modo di funzionamento, circuito e simbolo di un termorelé.

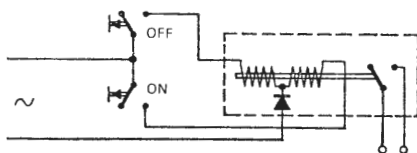
Fig. 17. L'interno di un relé a doppia bobina e la sua commutazione con due pulsanti.

caso di un sistema con una rotaia di contatto, dobbiamo averne una così lunga sulla quale la locomotiva rimanga almeno due secondi e ciò per poter far azionare il contatto dei relé. Più problematico ancora è il tempo di disabilitazione. I tempi di disabilitazione, secondo i dati dei costruttori, vanno oltre i 60 secondi. Ciò significa che la nostra locomotiva fischierebbe per più di un minuto. Pertanto dobbiamo escludere questa soluzione.
Un'altra possibilità sarebbe l'utilizzazione di un relé a doppia bobina che aziona un commutatore. A seconda di quale delle due bobine venga attivata, un magnete viene spostato da una o dall'altra parte. Esso commuta il contatto da uno o dall'altro lato, oppure inserisce o disinserisce un contatto di lavoro. Un tale relé soddisfa tutte le nostre esigenze per far funzionare il fischio a vapore.
La fig. 17 indica il modo di funzionamento del relé a doppia bobina. Vediamo che sono necessari due contatti o « emettitori di trigger » che commutano il relé. Questi contatti potrebbero consistere di rotaie di commutazione oppure di relé a lamella.
La fig. 18 indica la sistemazione dei contatti. Davanti ad un tunnel per esempio abbiamo bisogno di tre contatti, dato che la locomotiva dovrebbe fischiare solo all'entrata del tunnel. La sequenza guardando verso il tunnel è OFF ON e di nuovo OFF. La locomotiva viaggia verso l'entrata del tunnel sopra il contatto OFF: non succede niente. Subito dopo c'è il contatto ON: il fischio si sente fino a quando la locomotiva commuta di nuovo il contatto OFF. La locomotiva ora arriva fuori dal tunnel, e passa prima sopra OFF, quindi sopra ON tuttavia prima ancora che il fischio si senta viene azionato il contatto OFF. La fig. 18a indica questo

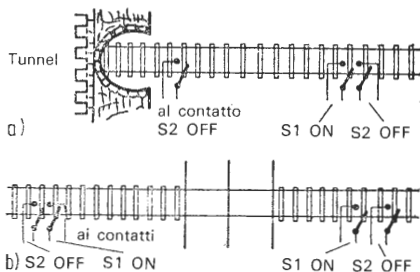
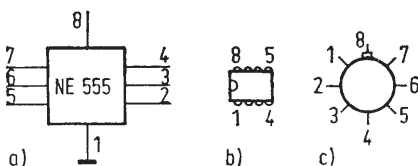
Fig. 18. a) Indica la sequenza di contatti OFF, ON, OFF. In questo modo il fischio a vapore viene commutato solo in una direzione di viaggio. b) Qui c'è la sequenza dei contatti: OFF, ON, ON, OFF. Dato che l'ultimo contatto disinserisce sempre, la lunghezza del fischio dipende dalla lunghezza del tratto tra i due ON. Ciò avviene in entrambe le direzioni di viaggio come per esempio può accadere in un passaggio a livello incustodito.

tipo di sistema. In questo modo il fischio viene attivato solo in una direzione di viaggio.
Se si vuole sentire il fischio ogni volta che la locomotiva passa per un determinato punto e cioè in entrambe le direzioni di viaggio, sono necessari quattro contatti. La fig. 18b rappresenta un passaggio a livello incustodito, prima del quale la locomotiva deve sempre fischiare indifferentemente dalla parte da cui arriva. I quattro contatti vengono sistemati nella sequenza OFF, ON, ON, OFF. I contatti OFF, ON giacciono come i contatti ON, OFF immediatamente uno dopo l'altro. La distanza tra i contatti ON determina la durata del fischio. Dato che i contatti ON si trovano entro il tratto in cui viene effettuata la commutazione, la locomotiva viaggia alla fine su un contatto OFF tacitando il fischio.
Purtroppo i termorelé o i relè a doppia bobina (la denominazione industriale è relé polarizzato) sono difficilmente reperibili in commercio. Non è possibile nemmeno ordinarli presso i fabbricanti. Naturalmente si trovano dei relé nei negozi specializzati per fermodellisti. Però essi vengono offerti a un prezzo tale che con lo stesso denaro si potrebbero costruire quasi tre temporizzatori di impiego universale.
La fig. 19 indica il cuore del nostro circuito, il timer NE 555. Tramite una determinata commutazione esterna possiamo usare questo integrato (IC) da un lato come monoflop cioè come multi-

Fig. 19. Il temporizzatore NE 555 nelle sue esecuzioni: in mezzo come Minidip, a destra come TO 5 e rispettivamente TO 99.

La sistemazione dei piedini è uguale in tutti i modelli:

1	Massa (negativo)
2	Ingresso triggerazione avviamento
3	Uscita
4	Entrata triggerazione Stop (Reset)
5	Ingresso pilotaggio (non è necessario nel nostro dispositivo)
6	Comparatore
7	Scarica. Collegamento per condensatore esterno
8	Ingresso corrente (positivo)

Alcuni dati tecnici

Campo temperatura lavoro	0- + 70° C
Tensione alimentazione	4,5 - 16 V massimo
Assorbimento corrente massimo per Vb + 16 V	15 mA
Potenza massima di dispersione	500 mWatt
Tensione di triggerazione	5 V
Corrente di triggerazione	0,5 μA
Tensione di uscita con uscita 0	2 - 2,5 V
Tensione di uscita con uscita 1	12,5 - 13,5 V
Durata del fronte di salita e del fronte di discesa dell'impulso in uscita	100 ns

vibratore monostabile e dall'altro come multivibratore astabile ossia generatore libero. La fig. 20 indica entrambi questi circuiti di principio.

Dalla fig. 19 si rileva inoltre che esistono due differenti tipi di incapsulamento dell'integrato, il tipo TO 99 (detto anche TO 5) e il Minidip. I contrassegni commerciali sono NE 555 T e NE 555 V. L'ultimo tipo è quello più in uso ed anche il più a buon mercato. La sistemazione dei collegamenti è perfettamente uguale in entrambe le esecuzioni.

Monostabile significa che una determinata condizione viene mantenuta solo per un determinato periodo di tempo. Nel nostro caso quindi il timer viene commutato mediante un impulso di triggera-

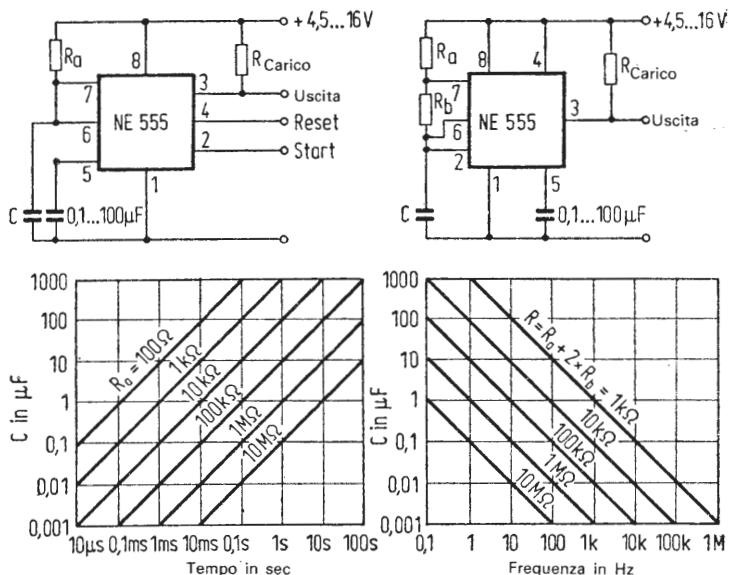



Fig. 20. A sinistra funzione monostabile con nomogramma. A destra circuito di principio per l'astabile con relativo nomogramma.

zione dalla sua posizione di riposo in quella di lavoro dalla quale esso dopo un determinato periodo di tempo ritorna nella posizione primitiva. Questo periodo di tempo può venir prefissato dai picosecondi alle ore. Proprio il contrario di quanto avviene per i termorelé. Sull'ingresso 2 il timer viene triggerato con un impulso. Per coloro che desiderino progettare da soli altri interessanti circuiti con questo integrato, si fa notare che l'impulso deve essere negativo. La resistenza Ra e il condensatore C nel circuito di principio della fig. 20 sono gli elementi che determinano il tempo di lavoro. Sotto il circuito di principio si trova un diagramma sul quale possiamo leggere quali valori e quali tempi possiamo scegliere. Per esempio se la condizione di lavoro deve durare 5 secondi abbiamo bisogno di una resistenza di 1000 kΩ e di un

Fig. 7. Dispositivo per la generazione degli sbuffi della locomotiva e del fischio a vapore in un contenitore con comandi a pulsanti. L'interruttore mette in funzione uno dei due circuiti stampati a seconda della sua posizione. Nella posizione intermedia il dispositivo è disinserito.

Tabella 3

Fig. 8. Due circuiti stampati di temporizzatori. Quello superiore è un monoflop, quello inferiore è un astabile. Sopra a sinistra si vedono i conduttori per l'ingresso della triggerazione. Le piastre impiegate possono essere usate anche per il montaggio di altri componenti. Non è quindi proprio necessario usare un solo tipo di circuito stampato.

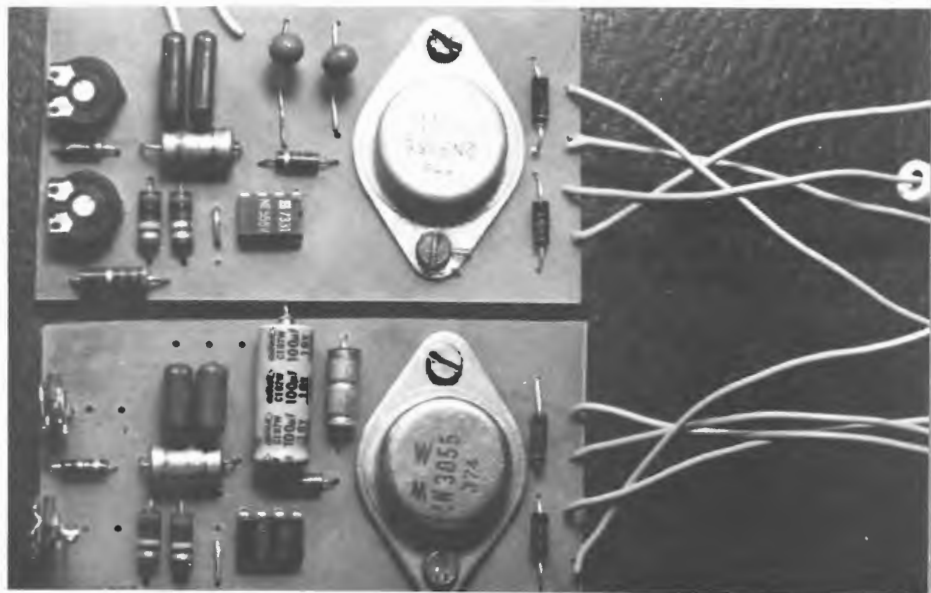
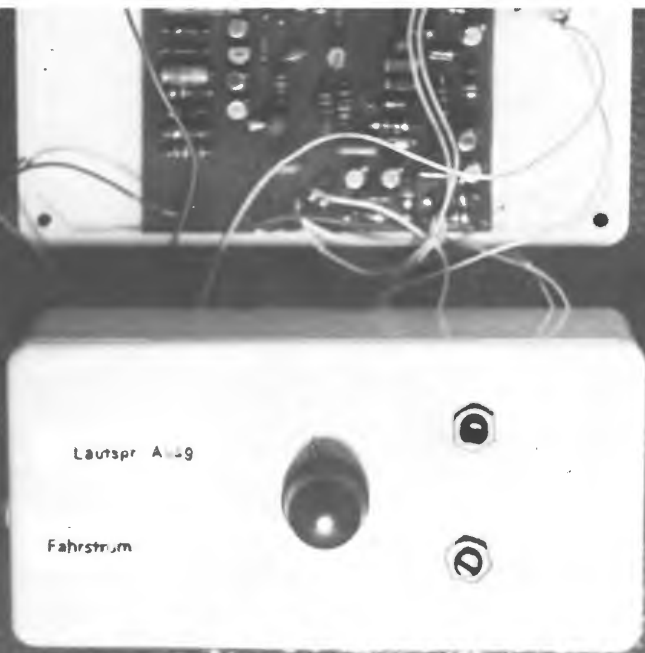



Tabella 4

Fig. 9. Sopra: Circuito stampato per il generatore degli sbuffi della locomotiva. A destra sopra si vede la lampadina che illumina la fotoresistenza. Sulla parte superiore del coperchio del contenitore c'è la manopola girevole per regolare la tensione di trazione sulla lampadina, e due trimmer di regolazione. Da una parte la resistenza in serie della fotoresistenza e dall'altra la R14 con la quale si prefissa il volume del fruscio.

Fig. 10. A sinistra: « campana elettronica ». Con la manopola di sinistra viene regolato il volume e con quella di destra la sequenza.

condensatore elettrolitico di 47 μF. Per un calcolo preciso del tempo vale la seguente formula:

$$t \text{ (tempo)} = 1{,}1 \times Ra \times C$$

Se il risultato deve essere in secondi dobbiamo scegliere i valori in MΩ e in μF. Nel nostro esempio dunque 1,1 × 0,1 × 47 = 5,16 secondi.
Il condensatore non deve essere necessariamente elettrolitico, ma si raccomanda uno da 1 μF in poi.
Otteniamo lo stesso periodo di tempo scegliendo una resistenza da 1 MΩ e un condensatore da 4,7 μF. Rimanendo però sui 47 μF e cambiando solo la resistenza, prendendone una da un MΩ otteniamo una costante di tempo di 50 secondi. È sufficiente pertanto una variazione del valore della resistenza per ottenere altri tempi di lavoro. Ed è quello che facciamo inserendo nel nostro circuito, al posto della resistenza a valore fisso, un trimmer o un potenziometro. In questo modo possiamo prefissare a piacere il tempo desiderato. Inoltre ce la caviamo con un solo contatto nei tunnel e con due contatti nei passaggi alle stazioni.
Ma possiamo fare ancora di più col nostro temporizzatore. Non solo esso è adatto per inserire il fischio a vapore, ma si può usare anche come commutatore per la fermata del treno alle piccole stazioni.
Se lavoriamo con due temporizzatori, possiamo inserire anche l'illuminazione della stazione, come del resto è usuale in queste stazioncine, durante l'arrivo del treno e disinserirla alla partenza. Prefissiamo per esempio il commutatore di fermata sui 30 secondi e quello di illuminazione sui 50 secondi. Sistemiamo il contatto in modo che il commutatore di illuminazione venga inserito 10 secondi prima. In questo modo esso si commuta anche 10 secondi dopo che il treno ha lasciato la stazioncina. Inoltre possiamo anche inserire per determinati periodi segnalazioni a lampeggio ai passaggi a livello. È persino possibile con un solo temporizzatore azionare sia il fischio che il segnale a lampeggio. I segnali che normalmente non vengono pilotati dai treni di passaggio e che ser-

vono solo come decorazione del paesaggio dell'impianto possono venir inseriti mediante il trenino per un determinato tempo prefissato. Per esempio da rosso a verde e quindi nuovamente rosso. Queste sono solo alcune possibilità d'impiego nel campo del ferromodellismo. Anche negli altri hobby questo circuito temporizzatore è molto utile. Per esempio per i fotoamatori come timer per l'illuminazione nella camera oscura ecc.
Il temporizzatore con l'IC comporta, come già detto, anche una diminuzione dei contatti necessari. Si deve scegliere soltanto il tipo di rotaie di commutazione adatte, oppure una determinata sequenza di relé a lamella.
Se vogliamo cavarcela con un solo contatto scegliamo, per lo scartamento HO, la rotaia di commutazione Märklin 2139, 2129 oppure la 2199 che può essere commutata in qualsiasi direzione di viaggio. Essa è munita di una staffa che può venir girata verso destra o verso sinistra. Se commutiamo solo un lato della rotaia, l'inserimento avverrà solo in una direzione di viaggio. Se commutiamo entrambi i lati esso avverrà in entrambe le direzioni di viaggio. Se prima del tunnel si è inserito solo da un lato il tratto di rotaia di commutazione, si ode il fischio solo in una direzione di viaggio della locomotiva. Nello stesso modo si inserisce, per i passaggi alle stazioni, la rotaia di commutazione solo da un lato. Tali rotaie di commutazione vanno sistemate sia prima che dopo il passaggio alla stazione. A seconda della direzione di viaggio la locomotiva commuta il fischio o la luce lampeggiante quando passa sul tratto di rotaia 1, mentre quando passa sul tratto di rotaia 2 il contatto non ha alcun effetto. Nell'altra direzione di viaggio succede l'inverso, cioè con passaggio sul tratto di rotaia 2 si avrà l'inserimento mentre con passaggio sul tratto di rotaia 1 non si avrà alcun effetto.
Con queste rotaie di commutazione abbiamo però anche la possibilità di lavorare con il sistema sopra descritto: OFF, ON, OFF e rispettivamente OFF, ON, ON, OFF. Nel primo caso prendiamo due rotaie di commutazione e ne colleghiamo una su entrambi i lati, rispettivamente sul contatto OFF e poi su ON. Il secondo

tratto di rotaia verrà collegato solo da una parte su OFF. Se la locomotiva viaggia verso il tunnel essa aziona prima il contatto ON e quindi quello dell'OFF. In direzione contraria verrà azionato due volte OFF. Nel secondo caso entrambe le rotaie di commutazione vengono commutate due volte: ON, OFF.

Per gli scartamenti N e HO a corrente continua e per gli scartamenti più grandi non esistono questi tipi di rotaie di commutazione. Per lo scartamento N si trovano le rotaie a contatto della Trix 4979 o quelle della Arnold 7440. Per altri scartamenti esistono altri tipi di commutatori. In questo caso dato che per ciascuna direzione di viaggio si ha un impulso, dobbiamo realizzare la sequenza dei contatti OFF, ON, OFF e OFF, ON, ON, OFF (vedi pagina 50) con tre e rispettivamente con quattro rotaie o commutatori.

A questo scopo sistemiamo un relé a lamella. Il tubetto di vetro con le lamelle di contatto va incollato sulle rotaie. Usiamo il tipo di commutazione ON. I relé a lamella sono notevolmente più a buon mercato. Se ne possono avere quasi 20 per il costo di una rotaia di commutazione. Sotto la locomotiva si incolla il relativo magnete. Bisogna solo fare attenzione che i relé a lamella siano alla stessa distanza dalla rotaia e tutti i magneti sulle locomotive devono essere sistemati in modo da passare esattamente sopra i tubetti dei relé a lamella. La massima distanza tra magnete e relé non deve superare i 10 mm.

Sistemiamo i relé a lamella nelle seguenti sequenze: OFF, ON, OFF, e rispettivamente OFF, ON, ON, OFF. Solo dove si muovono dei treni che non vengono mai separati dai vagoni e che non fanno marcia indietro possiamo cavarcela con meno relé e usare il sistema di commutazione impiegato nelle rotaie della Märklin. Allo scopo, guardando nella direzione di marcia, si incollano i magneti sul lato sinistro sotto la locomotiva. I relativi relé vanno sistemati vicino alla rotaia sinistra. Prima del tunnel un relé a lamella a sinistra. Nei passaggi alle stazioni uno prima del passaggio a sinistra e uno dopo il passaggio a destra. Se il treno arriva

dall'altra direzione di marcia i relé si trovano sempre in posizione corretta.
Lo schema di principio di cui alla fig. 20 indica il timer collegato come generatore o come multivibratore astabile. Con questo tipo di commutazione l'uscita sul piedino 3 oscilla sempre tra stato di lavoro e stato di riposo. Rispetto all'altro schema di principio si hanno solo le seguenti variazioni: alcuni collegamenti sono effettuati in modo differente e c'è un'ulteriore resistenza Rb. La variazione dei collegamenti fa sì che ora il temporizzatore si autotriggeri. Le resistenze e il condensatore sono sempre gli elementi che determinano il tempo.
Anche in questo caso un diagramma indica i valori delle resistenze dei condensatori per ottenere una determinata frequenza. Il valore della resistenza nel diagramma si ottiene con la seguente formula

$$R = Ra + (2 \times Rb)$$

Questo diagramma non è poi tanto importante per noi. Esso ci aiuta solo a calcolare velocemente i valori approssimati. Per esempio se vogliamo usare il dispositivo per il lampeggio durante i passaggi alle stazioni sappiamo che il lampeggio ha sempre la stessa frequenza.
Sistemiamo ora il circuito in conformità alla fig. 15. In questo caso il temporizzatore è collegato al fischio a vapore durante la fermata di una locomotiva prima di un segnale di stop. La locomotiva attende il segnale « via libera » ed emette a lunghi intervalli di tempo un breve fischio. Per ottenere ciò non scegliamo per Ra ed Rb resistenze a valore fisso ma dei trimmer o dei potenziometri con i valori di 470 kΩ per Ra e di 1 MΩ per Rb.
Tempi normali sono 4 secondi per il fischio e 26 secondi per la pausa. Abbiamo quindi un periodo totale di 30 secondi e una frequenza di 2 Hz. Con il trimmer possiamo ottenere al massimo una durata di inserimento di 20 secondi e una pausa di 35 secondi. I calcoli esatti con le formule sono:

Per il tempo con l'uscita « fischio »

$$t1 = 0{,}693 \times (Ra + Rb) \times C$$

Per il tempo con uscita « muto » si ha

$$t2 = 0{,}693 \times Rb \times C$$

La durata del periodo T si calcola con

$$T = t1 + t2 = 0{,}693 \times (Ra + 2 \times Rb) \times C$$

La frequenza f si calcola con

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1{,}44}{(Ra + 2 \times Rb) \times C}$$

Per ottenere secondi, i valori vanno ancora scelti per la resistenza in MΩ e per i condensatori in μF.
Per il nostro esempio di cui sopra non possiamo usare queste formule.
Ora facciamo il rapporto tra le sequenze degli impulsi ossia il rapporto tra posizione di riposo e durata del periodo (26 secondi e 30 secondi) e facciamo un confronto con la prima formula come segue:

$$\frac{t2}{T} = \frac{Rb}{(Ra + 2\ Rb)}$$

Se facciamo i calcoli notiamo che non possiamo ottenere i tempi sopra menzionati. Non otteniamo infatti un rapporto di 0,5. Per periodi di pausa più lunghi dobbiamo inserire in parallelo alla Rb ancora un diodo. In questo modo si ottiene una nuova formula

$$\frac{t2}{T} = \frac{Ra + Rb}{Rb}$$

Il diagramma sopra accennato non è più valido.

3.1 Il circuito

Nel circuito di cui alla fig. 21 sono comprese entrambe le possibilità di collegamento del temporizzatore. Collegando determinati punti in modo differente il nostro dispositivo può lavorare sia come monoflop che come generatore. Questi collegamenti possono esser fatti mediante un ponticello sul circuito stampato, e in questo

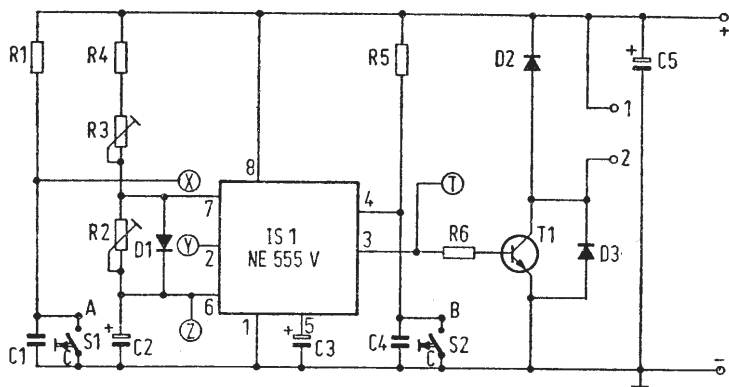



Fig. 21. Circuito per entrambe le possibilità di impiego del temporizzatore; come monoflop e come multivibratore astabile.

Lista dei componenti per il circuito di cui alla fig. 21

R1, R5	2 Resistenze 10 kΩ
R2	Trimmer o potenziometro da 1 MΩ (vedi testo)
R3	Trimmer o potenziometro da 470 kΩ fino a 1 MΩ
R4	Resistenza 470 Ω
R6	Resistenza a 150 Ω
Tutte le resistenze ± 10% / 1/4 - 1/2 Watt	
Trimmer	0,1 - 0,25 Watt
C1, C4	2 condensatori 10 nF
C2	Condensatore elettrolitico 47 μF / 16 V
C3	Condensatore elettrolitico 100 μF / 10 V
C5	Condensatore elettrolitico 10 μF / 16 V
IC1	Circuito integrato NE 555 V
D1, D2, D3	3 diodi al silicio 1 N 4001 o equivalenti
T1	Transistore di potenza 2 N 3055
S1, S2	Rotaie a contatto oppure relé a lamella

modo il funzionamento dell'apparecchio è stabilito per sempre. Oppure possiamo sistemare un commutatore e quindi con lo stesso circuito stampato abbiamo aperte entrambe le possibilità. Se colleghiamo i punti X e Y abbiamo un monoflop. Il collegamento 2 è l'ingresso di avviamento al quale deve essere applicato un impulso negativo. Questo impulso viene immesso mediante l'interruttore S1 (rotaia di commutazione oppure relé a lamella). R1 e C1 servono per migliorare l'impulso, dato che X riceve un potenziale di tensione di alimentazione mediante R1 (nel C1 la superficie superiore è con carica positiva). Appena il commutatore viene chiuso il condensatore si carica improvvisamente e genera un breve impulso negativo. Se l'interruttore rimane chiuso, X rimane sul potenziale 0. Dato però che gli interruttori di contatto lavorano solo per brevi periodi si ottengono anche solo brevi impulsi. R4 limita il flusso di corrente verso il collegamento 7 se il trimmer R3 viene girato su 0 Ω. Nel circuito di principio R3 corrisponde alla resistenza Ra, R2 a Rb mentre C2 corrisponde al condensatore C. C3 è necessario solo nel circuito funzionante come monoflop. Nel caso di impiego come generatore esso potrebbe venir tralasciato. R5, C4 e l'interruttore S2 funzionano esattamente come la R1 con C1 ed S1. In questo caso si commuti qui sul piedino 4, l'ingresso di reset, che può ripristinare il monoflop prima della scadenza totale del tempo di lavoro. R6 limita la corrente di base al transistore di potenza 2 N 3055.
Abbiamo già parlato dell'effetto del diodo D1. D2 e D3 sono necessari se inseriamo un relé a valle. Essi proteggono il transistore da picchi di tensione. C5 è necessario per il funzionamento a batteria che è anche possibile con questo tipo di circuito. 1 e 2 costituiscono l'uscita. Bisogna fare assolutamente attenzione che quando colleghiamo direttamente il dispositivo del fischio a vapore il punto 1 deve venir collegato con l'ingresso positivo.
Se vogliamo far funzionare il dispositivo come « astabile » colleghiamo i punti Y e Z. Per un funzionamento « alternato » prendiamo un commutatore il cui intermedio deve essere collegato con Y. In questo modo possiamo commutare da X a Z. In tal caso

lasciamo naturalmente tutti i componenti sul circuito stampato. Se costruiamo invece due circuiti stampati, uno per ciascun tipo di funzionamento, nel caso del circuito astabile, possono venir scartati i seguenti componenti: R1, C1, S1, C3, R5, C4 ed S2. Per il funzionamento a monoflop si può scartare D1. La R2 viene girata su 0 Ω o può venir anche eliminata. Al suo posto va inserito un collegamento a ponticello. Sui piedini 1 e 2 si può collegare direttamente il dispositivo del fischio a vapore oppure un relé per inserire altoparlanti (vedi fig. 14) oppure le lampadine di un impianto di segnalazione a lampeggio. Con il relé inseriamo e disinseriamo anche l'illuminazione della stazione o il commutatore di fermata.

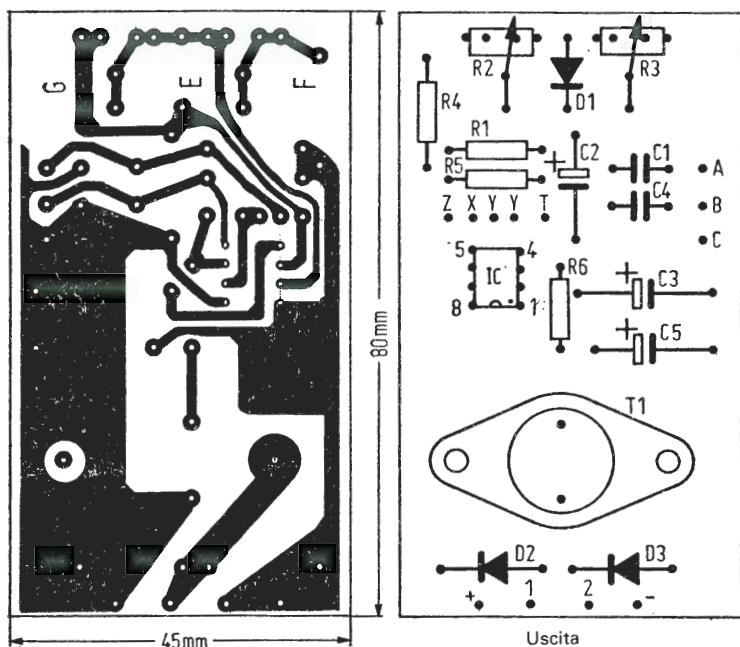



Fig. 22. a sinistra: Piano di incisione per il temporizzatore di cui alla fig. 21. Fig. 23. a destra: Piano di sistemazione dei componenti per il circuito di cui alla fig. 21.

3.2 La sistemazione dei componenti

La sistemazione dei componenti (fig. 23) viene fatta come sempre nella sequenza resistenze, condensatori, diodi, transistori e circuiti integrati. Sinora sui dispositivi costruiti, non solo dall'autore di questo libro ma anche da altre persone, non si sono verificati guasti. Se non sono stati montati dei componenti difettosi, i dispositivi funzionano bene immediatamente.

3.3 L'impiego

Ne abbiamo già parlato molto. Tuttavia si daranno ulteriori ragguagli sull'accoppiamento col dispositivo del fischio a vapore in conformità alla fig. 14 e su altri tipi di commutazione.
In conformità alla fig. 14b il temporizzatore viene usato come monoflop e sull'uscita esso è provvisto di un relé. Sono sufficienti dei relé a buon mercato con contatti previsti solo per l'ON. I contatti di lavoro del relé vanno collegati con la boccola COMMUTATORE del dispositivo del fischio. Il temporizzatore viene triggerato come sopra descritto.
Nella fig. 14d il temporizzatore viene di nuovo usato e triggerato come monoflop. Sull'uscita viene sistemato di nuovo un relé che commuta i conduttori che vanno dal dispositivo del fischio (il dispositivo è costantemente sotto corrente) a più altoparlanti. In ogni caso per ogni conduttore abbiamo bisogno di un temporizzatore e di un relé.
Nella fig. 15 il temporizzatore lavora come generatore. Sull'uscita è immediatamente collegato il dispositivo del fischio. Però bisogna fare attenzione che il piedino 1 va collegato con l'entrata positiva del fischio. Uno dei conduttori di corrente che va verso il temporizzatore viene interrotto e fatto passare attraverso un relé. Questo relé viene abilitato appena la locomotiva si ferma davanti a un segnale. A questo scopo possiamo usare un fotorelé, uno dei tanti descritti nei giornali specializzati (vedi anche il libro *La luce in*

elettronica di Heinz Richter della serie *biblioteca tascabile elettronica*). Possiamo però anche usare un tratto di rotaia di commutazione, uno dei tipi offerti dalle ditte specializzate in fermodellismo e che non emettono un breve impulso ma tengono abilitato un relé sino a quando la locomotiva è ferma.
Con grandi ferrovie si utilizza il circuito di fig. 14. Qui i circuiti stampati vengono sistemati nella locomotiva. Dapprima il temporizzatore viene collegato come monoflop. Nel caso del fischio a vapore si prefissa il fischio desiderato e quindi con il temporizzatore la durata dello stesso. Tutti i cavi devono avere sufficiente lunghezza per gli ulteriori collegamenti. Il fischio viene collegato direttamente sull'uscita del temporizzatore. Facciamo attenzione che il collegamento 1 vada correttamente sul positivo. La triggerazione avviene con un relé a lamella (S1) incollato sotto la locomotiva.
Nei punti desiderati si sistemano i relativi magneti tra le rotaie. Il sistema funziona a batterie che devono essere collegate come nel caso del fischio a vapore. Naturalmente bisogna installare un interruttore di sezionamento altrimenti le batterie si scaricherebbero in una notte. Come altoparlante possiamo scegliere un tipo che si adatti alla grandezza della locomotiva.
Ciascun modellista può naturalmente elaborarsi ulteriori variazioni dei circuiti dati. Per esempio con più circuiti stampati si possono ottenere innumerevoli effetti. Se un circuito stampato viene collegato come monostabile e l'altro come astabile si può costruire

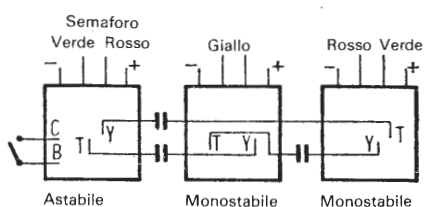
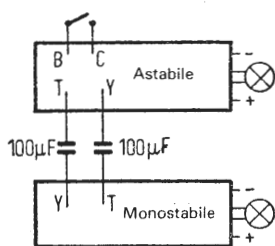



Fig. 24. sinistra: Commutazione di un lampeggiatore alternato. Fig. 25. a destra: Commutazione di un semaforo.

un lampeggiatore alternato del tipo di quelli che si vedono ai passaggi a livello. In questo caso entra in gioco l'uscita T della quale non si è parlato ancora. Ciascun circuito stampato ha due fori Y. Colleghiamo ora entrambi i circuiti stampati, uno lavora come mono e l'altro come astabile, dalla T del primo alla Y del secondo sistemando tra loro un condensatore di 100 nF, per esempio a film plastico. Nel circuito stampato astabile colleghiamo le uscite B e C con un interruttore.
Il funzionamento è come segue: se l'interruttore B/C viene aperto mediante un contatto, l'astabile lampeggia e mette in funzione il monostabile che dopo un determinato periodo di tempo si ripristina sullo stato di riposo. E questo gioco alternato continua avanti e indietro. Il monostabile deve avere una frequenza più breve altrimenti non si ottiene questa alternanza. Esso viene arrestato anche con l'interruttore che quindi deve rimaner chiuso. I tempi possono venir prefissati.
Nello stesso modo con tre circuiti stampati si può costruire un pilotaggio di semafori per passaggi a livello. In questo caso ci servono due monostabili e un astabile. L'astabile è sempre munito di un interruttore di inserimento e di disinserimento: esso triggera il monostabile. Però si deve sempre sistemare tra la T e la Y il condensatore, altrimenti non avverrà la triggerazione.
Se all'uscita si collegano molti utilizzatori, il transistore di potenza deve essere munito di un dissipatore di calore.

4. Rumori variabili con la velocità

Altri due tipi di suoni rendono più reale un passaggio ferroviario. Lo scampanellio della vecchia ferrovia a campana, descritto alla fine di questo libro, e lo sbuffare e l'ansimare della locomotiva quando viene scaricato il vapore sotto tensione.
Esistono un gran numero di dischi e di nastri magnetici con registrazione di questi rumori. Ciascun tipo di locomotiva ha determinati rumori caratteristici. L'esperto, basandosi solo sui rumori, può subito capire di che locomotiva si tratta, anche nel caso di modelli di vecchia data. Tali registrazioni vengono impiegate, qualche volta persino in stereo, in molti impianti. Al primo momento si ha l'impressione di essere proprio vicino ad una locomotiva a vapore o di viaggiare attraverso questi paesaggi. Però rimane sempre un inconveniente: i rumori « conservati » non possono venir regolati alla velocità della locomotiva e pertanto raramente o quasi mai si adattano alla situazione.
Durante la costruzione del dispositivo del fischio a vapore abbiamo visto che non ci sono difficoltà nel generare il fruscio e lo sbuffare del vapore della locomotiva. Abbiamo bisogno pertanto ancora di qualche cosa e cioè che questi rumori si adattino alla velocità della nostra locomotiva. Si deve quindi generare un rumore del vapore della locomotiva che realmente si adegui alla velocità. Allo scopo prendiamo di nuovo un multivibratore, un astabile di cui si possa regolare la sequenza degli impulsi. In questo multivibratore dobbiamo solo montare un sistema di modulazione che lasci salire velocemente lo sbuffare quasi in un colpo solo e quindi che lo faccia scendere lentamente proprio come succede nelle vere locomotive a vapore. Tutto ciò si può ottenere accoppiando il fruscio mediante un transistore che apra velocemente e chiuda lentamente.

4.1 Il circuito

La fig. 26 indica un semplice circuito. Semplicità non significa però che il risultato non sia soddisfacente. Al contrario. Alcune versioni di questo circuito vengono offerte, sotto forma di circuiti già pronti e montati, da alcuni produttori di modelli ferroviari. I prezzi sono molto alti.

Nella parte superiore a sinistra del circuito vediamo l'IC NE 555 V che, per quel che riguarda il principio circuitale, corrisponde a quello usato nel temporizzatore, ma che in questo caso è collegato come un flip-flop astabile. Anche R4 in questo caso non è un trimmer ma una resistenza fissa di 100 kΩ, che determina la lunghezza dell'impulso di lavoro. Tuttavia il suo valore non è critico, potendo variare da 86 kΩ a 120 kΩ. Ed il perché lo vedremo subito. Il condensatore che determina il periodo di tempo C1 ha un valore di 4,7 μF. Quello sistemato nel circuito di prova era un tipo al tantalio. I condensatori elettrolitici al tantalio sono molto piccoli, occupano poco posto ed hanno una lunga durata rispetto ai tipi normali. Tuttavia ogni vantaggio comporta il suo svantaggio: i condensatori al tantalio sui 22 μF con un rigidità dielettrica di 16 V

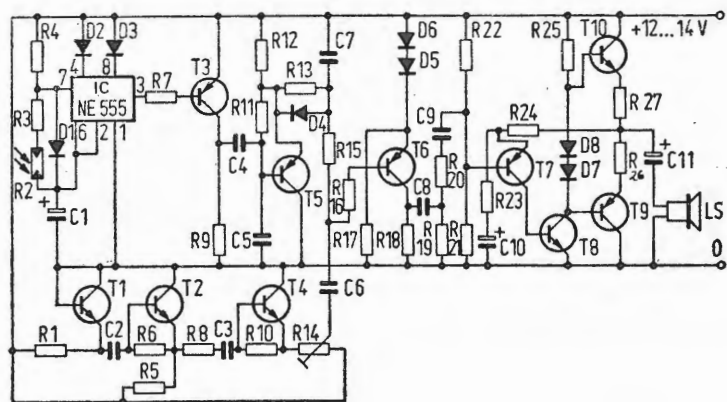



Fig. 26. Circuito del dispositivo per gli sbuffi della locomotiva in dipendenza della velocità con amplificatore come già descritto nel dispositivo per il fischio a vapore.

Elenco dei componenti per il circuito stampato di cui alla fig. 26

IC	Circuito integrato NE 555 V
R1	Resistenza 33 kΩ
R2	Resistenza fotoelettrica LDR 03 o simile
R3	Resistenza vedi testo
R4, R8	Resistenza 100 kΩ
R5, R9, R17, R18	4 Resistenze 10 kΩ
R6, R10	2 Resistenze 270 kΩ
R7	Resistenza 150 Ω
R11	Resistenza 470 kΩ
R12	Resistenza 6,8 kΩ
R13	Resistenza 10 MΩ
R14	Trimmer 10 kΩ
R15	Resistenza 330 kΩ
R16, R20, R24	Resistenze 2 kΩ
R19	Resistenza 8,2 kΩ
R21	Resistenza 820 kΩ
R22	Resistenza 2,2 MΩ
R23	Resistenza 1 kΩ
R25	Resistenza 470 Ω
R26, R27	Due resistenze 22 Ω
Tutte le resistenze ± 10% tolleranza / 1/4 - 1/2 Watt	
Trimmer	1/10 di Watt
D1 - D8	Otto diodi IN 4001 o equivalenti
T1, T2, T4, T8, T10	Cinque transistori NPN BC 107 o equivalenti
T3, T5, T6, T7, T9	Cinque transistori PNP BC 177 o equivalenti
LS	Altoparlante vedi testo
C1	Condensatore elettrolitico 4,7 μF/16 V
C2	Due condensatori 10 nF
C4	Condensatore 0,1 μF
C5	Condensatore 8,2 nF
C6, C9	Due condensatori 2,2 nF
C7	Condensatore 47 nF
C9	Condensatore 680 pF
C10	Condensatore elettrolitico 10 μF
C11	Condensatore elettrolitico 100 μF

Tutti i condensatori possono essere del tipo in plastica. A parte il C7, si possono usare anche condensatori a ceramica. Tutti i condensatori elettrolitici sono da 16 V.

non si trovano oppure sono molto cari. Quelli di 100 μF hanno generalmente una rigidità dielettrica di 3 V.
Il circuito stampato è costruito in modo tale da poter sistemare anche altri condensatori. R2 è una fotoresistenza che varia a seconda dell'intensità della luminosità. E approfittiamo di questa caratteristica per generare una sequenza di impulsi variabile con la velocità della locomotiva. Dobbiamo sistemare ora il nostro dispositivo in qualche posto protetto dalla luce assieme ad una

lampadina che viene alimentata con la tensione di trazione della locomotiva. Quindi con il variare dell'intensità luminosa della lampadina varierà anche la sequenza degli impulsi e dunque lo sbuffare della locomotiva. Costruendo il temporizzatore abbiamo imparato che nel caso dell'astabile, con una grossa resistenza tra i punti 6 e 7 dell'integrato si ottiene una lunga pausa: essa è simile ad un arresto. Se ora la fotoresistenza non viene illuminata perché la locomotiva si ferma, la resistenza dell'LDR è molto grande. Tanto più è illuminata la lampadina e tanto più la corrente farà correre la locomotiva. Anche la frequenza del rumore sarà più grande dato che la resistenza dell'LDR sarà più piccola.
Come si debba accoppiare la fotoresistenza con le lampadine dipende in primo luogo dall'LDR impiegato. Ci sono fotoresistenze di diverse grandezze e variazioni. La più piccola fotoresistenza misura circa 5 × 5 mm. Il tipo N 1500 è sistemato in un tubetto di vetro di 15 mm di diametro e di 45 mm di lunghezza. Nella foto 9 di tavola 4, è impiegato il tipo LDR 03.
Le caratteristiche di tutti gli LDR variano di poco. La resistenza a illuminazione completa varia dai 200 Ω ai 25 kΩ, la resistenza senza illuminazione va dai 30 kΩ a 1 MΩ. I tipi LDR 03, LDR 07 e G11 hanno dato i migliori risultati.
R3 è una resistenza in serie che impedisce un volume troppo forte del rumore in caso di un LDR con piccola resistenza di luminosità. Per non dover provare differenti resistenze saldiamo prima un trimmer di 47 kΩ o di 100 kΩ, illuminiamo la fotoresistenza a piena luce e prefissiamo la frequenza in modo che si abbia il rumore della locomotiva a piena velocità. Quindi dissaldiamo il trimmer e misuriamo il valore prefissato sullo stesso. Naturalmente possiamo anche lasciare il trimmer sul circuito stampato.
D1 ha la stessa funzione come nel temporizzatore: C1 viene caricato velocemente. La carica avviene mediante R4 e D1; la scarica avviene attraverso R2, R3 ed R4. D2 e D3 sono diodi di protezione in caso di inversione di polarità della tensione di alimentazione.
Tramite R7, che è sistemato come limitatore di corrente, viene

abilitato il transistore T3. Tramite C4 arriva ora un breve impulso negativo che va al transistore T5 e che viene aperto per un breve momento. In questo modo C7 si può caricare attraverso il diodo D4. La carica avviene velocemente quasi d'un colpo solo. Attraverso R5 ed R16 viene ora aperto il transistore T6. Il fruscio alimentato attraverso il condensatore C6 viene ora inoltrato con forte amplificazione verso C8, R20 e C9 nonché verso il successivo amplificatore.
Il condensatore di carica C7 scarica ora lentamente attraverso R13, R12, R15, R16 e il transistore T6. In questo modo il transistore viene chiuso sempre di più. Il rumore sarà più basso ed affievolito quando il transistore è completamente chiuso.
Per quel che riguarda la lunghezza del periodo del rumore, come già detto prima, esso non dipende da R4 ma dal condensatore C7. La capacità di 47 nF è un valore medio che può essere usato per quasi tutti i tipi di locomotive. Chi possiede locomotive piccole e veloci può diminuire il valore a 33 nF o a 22 nF. In caso di locomotive molto lente e pesanti il valore può venir aumentato a 56 nF oppure a 68 nF.
Il condensatore C5 impedisce che si oda la commutazione del flip flop astabile come un colpo. R17 e i diodi D5 e D6 generano una leggera tensione negativa dell'emettitore del T6. In questo modo esso verrà completamente chiuso durante le pause. C8 e C9 hanno valori più piccoli di quelli usati normalmente nelle uscite. Ciò è necessario per filtrare la parte a bassa frequenza dello spettro sonoro e per lasciar passare il fruscio. Anche C9 non deve essere un condensatore elettrolitico. Il successivo stadio di amplificazione è lo stesso di quello usato nel dispositivo del fischio a vapore.
Il transistore T1 è il transistore di rumore. Anche la sua sistemazione nel circuito corrisponde a quella del dispositivo del fischio a vapore. Ma mentre in quel caso il fruscio veniva amplificato nell'IC 704, qui bisogna aiutarsi con un ulteriore amplificatore. I transistori T2 e T4 formano con i condensatori C2 e C3 e le relative resistenze un preamplificatore a due stadi. Tramite il trimmer

R14 viene prelevato il fruscio che viene condotto attraverso C6 al transistore T6. R14 serve per regolare il fruscio. Con regolazione massima l'ampiezza del fruscio è molto grande in modo che alle frequenze più alte si ha quasi sempre un fruscio costante. Con regolazione minima si sente solo un tic, il fruscio viene completamente soppresso.

4.2 La costruzione

Se per i dispositivi sinora descritti era possibile eseguire la costruzione senza circuito stampato e montare tutti i componenti su delle piastre di plastica forata, per quest'ultimo dispositivo ciò non è raccomandabile. Il numero notevole dei componenti e la complessità della costruzione rendono necessario l'impiego di un circuito stampato regolarmente inciso in conformità alla Fig. 27. Nella foto 9 di tavola 4 è visibile un circuito stampato regolarmente inciso e già completo di tutti i suoi componenti. Vicino ai collegamenti per l'alimentazione dell'altoparlante e della corrente di trazione che alimenta anche la lampadina della fotoresistenza, sono sistemati sul contenitore anche i potenziometri R4 ed R14. Sul circuito stampato sono saldati diversi componenti: vicino ai normali condensatori elettrolitici c'è anche un condensatore elettrolitico al tantalio. Gli altri condensatori sono del tipo a plastica, e a ceramica. I transistori sono in involucri metallici e plastici. I diodi sono in parte 1 N 914 e parzialmente anche diodi universali al silicio che sono molto a buon mercato. Per le resistenze sono stati usati i tipi da 1/4 - 1/3 e 1/2 Watt con tolleranze del 5% e del 10%.
Malgrado ciò questo apparecchio lavora con le stesse buone prestazioni come tutti i precedenti.
Dopo la sistemazione dei componenti che avviene in conformità alla fig. 28, viene inserito l'altoparlante. Anche in questo caso deve trattarsi di un altoparlante di almeno 8 Ω d'impedenza. Se non si inseriscono più altoparlanti, ma tutto l'impianto viene ser-

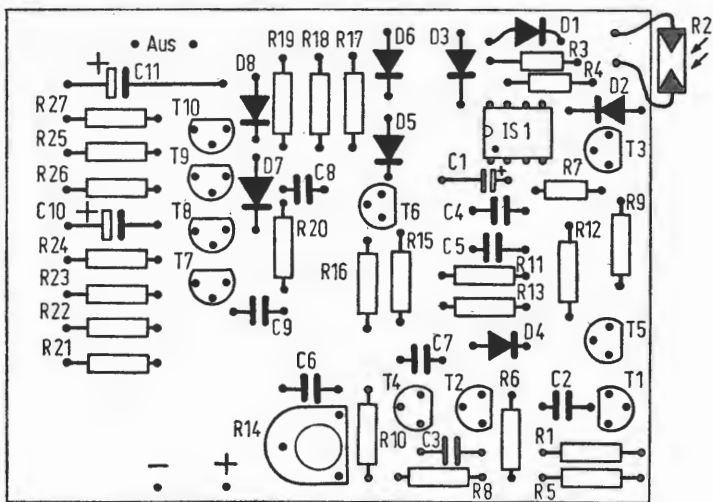
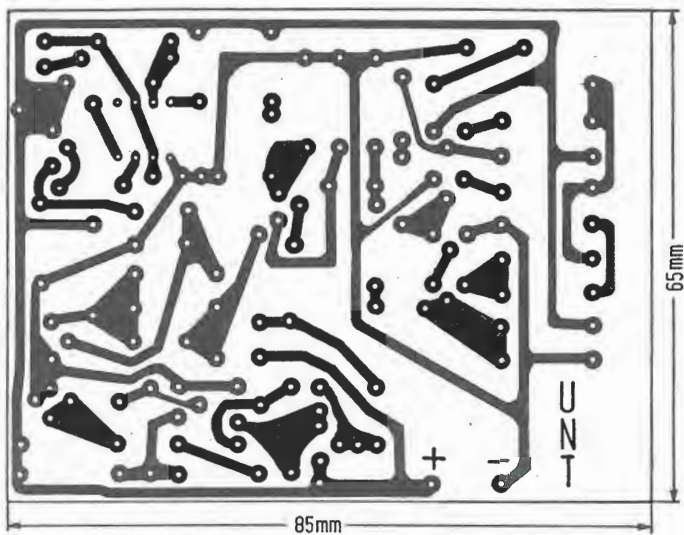



Fig. 27. Sopra: Piano di incisione per il circuito stampato del dispositivo per gli sbuffi della locomotiva in dipendenza della velocità. Fig. 28 sotto: Piano di sistemazione dei componenti per il dispositivo degli sbuffi della locomotiva in dipendenza della velocità (Parte superiore del circuito stampato).

vito da un unico altoparlante, si dovrebbe prenderne uno che metta in evidenza i toni bassi. Ora si può collegare l'alimentatore. La resistenza riceve per il momento la sua illuminazione solo dalla luce esterna. Udremo pertanto un rumore di locomotiva a vapore corrispondente a quello di una velocità media. Spostiamo dapprima R14 sino a quando vada bene la frequenza del fruscio. Quindi illuminiamo R2 in pieno con una lampadina. La frequenza sarà in questo caso molto veloce ed eventualmente si avrà anche una sovraoscillazione. Spostiamo ora R3 sino a quando la frequenza corrisponda a quella di una locomotiva in piena velocità. In questo modo abbiamo completata la calibrazione di questo semplice circuito.

Possibili difetti: la causa dei difetti può essere, oltre a saldature non ben fatte, anche inversione di polarità dei condensatori elettrolitici o dei diodi. Se, a parte per il transistore di rumore, si sono usati dei transistori di basso costo dobbiamo tener conto che qualche transistore potrebbe avere un funzionamento intermittente. Ciò vale specialmente per T6. Il transistore T1 può venir provato più volte fino a quando se ne trovi uno con un più forte fruscio. Se non si sente niente e se, immettendo l'alimentazione, non si ode un clic, si deve cercare il guasto prima nell'amplificatore. Se manca il fruscio e se si sente il clic del multivibratore si cerca il guasto nel tratto T1, T2, T4, R14, C6.

Se tutto è in ordine, il dispositivo può essere sistemato in un contenitore. Come si vede nella foto 9 di tavola 4 questa volta non si tratta di un contenitore di plastica a buon prezzo ma di uno di marca. I contenitori a buon mercato purtroppo fanno passare la luce. Si possono anche acquistare, ma si dovranno pitturare in nero. Chi vuole può sistemare dei trimmer e lasciarli sul circuito stampato oppure può collegarsi a dei potenziometri sul coperchio del contenitore. Si può quindi coprire il tutto con della resina. Se si fa ciò però non si possono più effettuare dei dissaldamenti. La resina comunque non deve coprire la fotoresistenza.

Si può incollare la lampadina sulla fotoresistenza con Cyanolit,

che è una colla a presa rapida (1 secondo). Sul coperchio del contenitore si trova ancora un potenziometro da 470 Ω.
Uno dei conduttori delle boccole d'ingresso della corrente di trazione va a questo potenziometro. Abbiamo ora ancora una possibilità di regolare il rumore. Ci sono infatti locomotive pesanti e locomotive che viaggiano molto veloci. Senza regolazione può accadere che si oda il rumore quando la locomotiva è ancora ferma, oppure che la locomotiva inizi la partenza senza che il rumore si senta. Il potenziometro per ciascun tipo di locomotiva serve una volta sola e va regolato per ciascuna locomotiva.

4.3 L'impiego

Per una simulazione corrispondente il più possibile alla realtà, il rumore dovrebbe provenire dalla locomotiva. Il nostro circuito stampato può essere però sistemato nella locomotiva solo in caso di scartamenti maggiori dell'HO. L'alimentazione della corrente deve avvenire tramite batterie che abbiano una tensione di almeno 12 V. Valgono qui gli stessi accorgimenti di cui si è parlato nel caso del dispositivo del fischio a vapore. In nessun caso si può usare la tensione di trazione, nemmeno dopo averla raddrizzata. Il transistore di rumore lavora solo a partire da 10 V. La lampadina è l'unico elemento che può venir alimentato dalla tensione di trazione.
Ci sono naturalmente anche circuiti che non impiegano un multivibratore pilotato da una fotoresistenza come generatore di frequenza. Si potrebbe anche impiegare un multivibratore pilotato da tensione, con alimentazione tramite la corrente di trazione. Anche in questo caso l'amplificatore potrebbe essere integrato. Così si otterrebbero apparecchiature con misure tali da poter essere sistemate in locomotive HO abbastanza grandi. Le batterie comunque dovrebbero sempre venir comprese nella locomotiva.
È molto più semplice sistemare un altoparlante nel paesaggio. In piccoli impianti non ci si accorge nemmeno che il rumore non

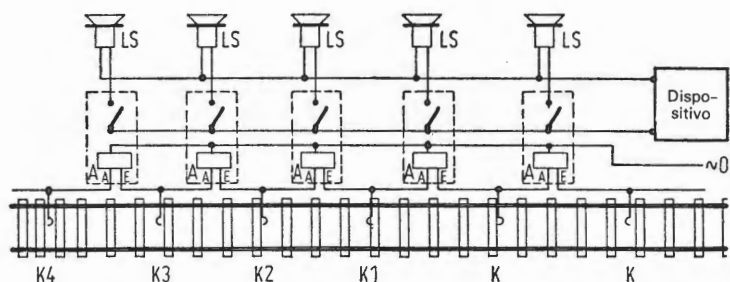



Fig. 29. Sistema di più altoparlanti mediante contatti (tratto di rotaia di commutazione) e con relé a doppia bobina (Trix oppure Arnold). Un contatto inserisce sempre un altoparlante mentre disinserisce l'altro.

accompagna il treno. Se l'impianto è grande si possono sistemare più altoparlanti lungo le rotaie. Su uno dei conduttori viene sistemato un relé con il quale si inserirà e disinserirà l'altoparlante. La fig. 29 indica un sistema con cinque altoparlanti. Se però le distanze tra gli altoparlanti sono troppo grandi si nota il passaggio del rumore dall'uno all'altro. È migliore un progetto in conformità alla fig. 30. In esso sono sempre in esercizio due altoparlanti. Il tratto di rotaia a commutazione 1 disinserisce LS 5 e inserisce LS 2. Il tratto 2 disinserisce LS 1 e inserisce LS 3, il tratto 3 disinserisce LS 2 e inserisce LS 4 ecc. Questo tipo di sistemazione è

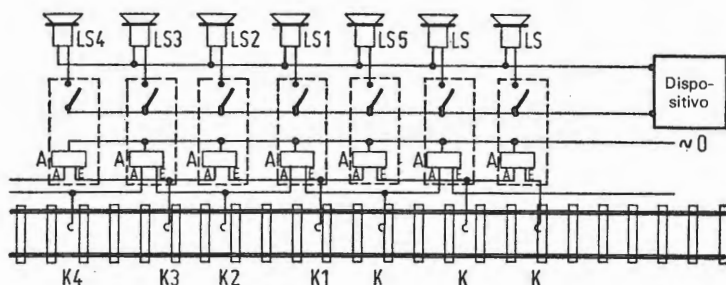



Fig. 30. Il circuito è simile a quello della fig. 29 solo che in questo caso ci sono sempre due altoparlanti LS in funzione.

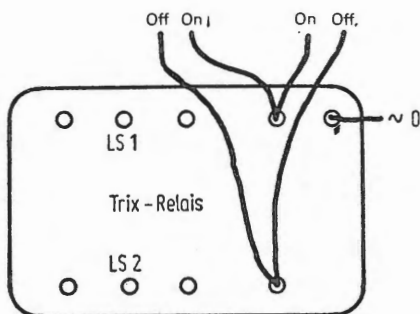



Fig. 31. Ecco una visione di un relé Trix. Esso ha due commutatori. Sistemando bene le rotaie di commutazione è sufficiente un relé per due altoparlanti. Anche in questo caso bisogna fare attenzione di usare la sequenza di quattro contatti come quella usata per il dispositivo del fischio a vapore e cioè OFF, ON, ON, OFF.

adatto per grossi impianti ma naturalmente comporta una notevole spesa. Per scartamenti N o Z non si hanno altre possibilità. Non è possibile portare i suoni vicino alle rotaie dato che non esistono altoparlanti così piccoli.
Ma già con scartamento HO è possibile portare i suoni sulle rotaie. E ciò anche quando non si ha a disposizione una cosiddetta illuminazione BF del treno, cioè si possono illuminare i treni solo da fermi. Con l'illuminazione BF, che è anche un sistema a frequenza audio, dovremmo sistemare dei circuiti di blocco e di filtraggio. La spesa sarebbe troppo grande e non vale la pena descrivere qui questo sistema.
Anche i pilotaggi a corrente alternata e a commutazione d'impulsi comportano difficoltà a causa di componenti di rumore che si possono udire nell'altoparlante. La fig. 32 indica la disposizione e i collegamenti di tutti i dispositivi cioè dell'alimentatore, del generatore di rumori, della sezione di comando e del raddrizzatore a ponte. Il raddrizzatore a ponte con i condensatori elettrolitici è necessario solo in caso di locomotive con corrente alternata. Se disponiamo di locomotive a corrente continua esso può essere tralasciato. Le locomotive a corrente alternata possono venir azionate anche con corrente continua. Però il cambiamento di direzione di marcia, a differenza del caso a corrente continua, non viene effettuato con inversione di polarità ma con commutazione

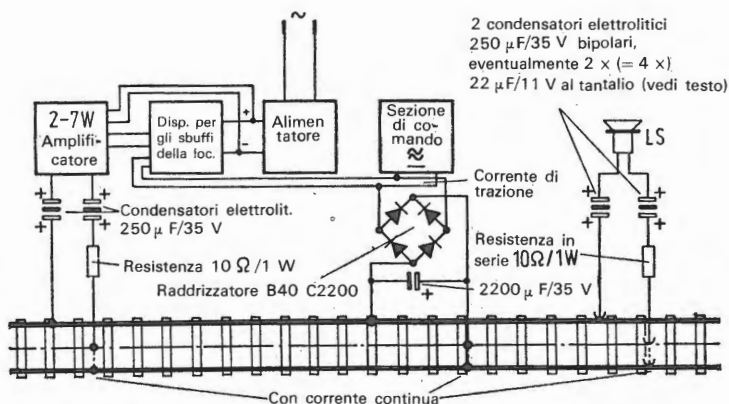



Fig. 32. In questo modo si può trasmettere il suono mediante la rotaia di commutazione ad un altoparlante sistemato nella locomotiva o nel tender. In caso di corrente continua non occorre il raddrizzatore a ponte e il condensatore elettrolitico tra l'amplificatore e le rotaie e rispettivamente quelli tra rotaie e rispettivamente quelli tra rotaie e altoparlante dovrebbero essere del tipo bipolare. Si può ottenere la bipolarità con la commutazione di due normali condensatori elettrolitici (negativo contro negativo). Se si deve trasmettere solo il fruscio va eliminato anche il collegamento tra banco di comando e dispositivo per gli sbuffi della locomotiva.

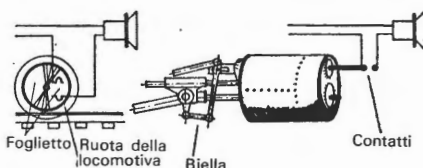
ad impulso di un relé. La tensione sulle lamelle del relé deve venir regolata.

Nella fig. 32 si vede anche un nuovo amplificatore. Esso deve venir usato in quanto durante il passaggio della corrente attraverso la rotaia si perde molta energia e il piccolo amplificatore del nostro dispositivo non è più sufficiente. Si può impiegare qualsiasi amplificatore a buon mercato, uno di quelli che si trovano in commercio per circa 3000 Lire, che hanno una potenza di 2-5 Watt. Bisogna fare solo attenzione che sia possibile alimentare questo amplificatore con il nostro alimentatore.

Molto spesso per questi amplificatori sono necessarie tensioni di 24 V e anche più. Questi ultimi tipi non andrebbero bene.

I condensatori elettrolitici sono del tipo bipolare cioè si possono collegare da qualsiasi parte, sia il positivo che il negativo. Questi tipi sono difficilmente reperibili. Ci si può aiutare inserendo due

normali condensatori elettrolitici. Colleghiamo entrambi ai poli negativi. Dato però che con il collegamento in serie dei condensatori i loro valori si dimezzano, dobbiamo raddoppiare i valori stessi. Dalla parte amplificatrice ciò non comporta un problema, ma nella locomotiva e nel tender sì. In quest'ultimo caso bisogna prendere condensatori molto piccoli ed eventualmente fare un compromesso con piccoli valori. Le resistenze in serie devono poter sopportare 1 Watt. La qualità del suono è sempre sufficientemente buona per tentare questo tipo di trasmissione. Non si deve però tacere sugli inconvenienti di questo sistema. Sul circuito deve esserci sempre solo una locomotiva. Altrimenti tutte le locomotive emettono il rumore alla stessa frequenza. Anche quelle che sono ferme. Non è possibile un funzionamento a più treni. Al massimo si potrebbe avere una locomotiva a vapore e una locomotiva elettrica.
Pertanto scegliamo un'altra soluzione. Trasmettiamo solamente un fruscio costante e generiamo la frequenza con la locomotiva. A questo scopo possiamo usare il nostro circuito stampato. Le resistenze R2 ed R3 ed il diodo D1 vengono eliminati. Al posto di D1 sistemiamo una resistenza di 100 Ω. I fori previsti per la R2 e la R3 rimangono senza componenti. Otteniamo un multivibratore che non ha quasi più pause. Esso oscilla così velocemente che C7 viene costantemente caricato e T6 viene tenuto sempre aperto. Giriamo ora R14 al massimo ed otteniamo un rumore costante che viene trasmesso tramite le rotaie.
Per la generazione della sequenza dei rumori, interrompiamo nella locomotiva o nel tender un conduttore dell'altoparlante. La fig. 33 ci indica ora due sistemi per formare sequenze. Togliamo dalla locomotiva o dal tender una ruota a seconda che l'altoparlante sia installato sulla prima o sul secondo. Sulla parte interna della ruota incolliamo isolato un piccolo pezzetto di foglio di rame o di carta d'alluminio. Il conduttore interrotto viene fissato sul corpo della locomotiva con due linguette metalliche che toccheranno il pezzetto di foglio di cui sopra quando la ruota verrà di nuovo sistemata. Queste linguelle devono essere un po' elastiche ma non

Fig. 33. In questo modo viene generata la sequenza nella locomotiva se deve essere trasmesso solo il fruscio attraverso le rotaie. A sinistra con foglietti metallici sulla ruota della locomotiva a destra con contatti sulla biella.

devono toccare la ruota. Il pezzetto di foglio è tagliato a forma di farfalla ed ha due luci interne. Naturalmente si può tagliare il foglio anche in altre forme. In questo modo con un pezzetto di foglio metallico si allunga il tratto del contatto per ottenere un lungo sbuffo. La forma a farfalla genera il doppio sbuffo e accorciando una delle due ali la durata del secondo sbuffo può venir variata.

Entrambe le linguette elastiche possono venir sistemate vicino alla stanga della biella. In questo caso entrambe le linguette verranno messe in contatto dalla biella e si genera il rumore in dipendenza dalla velocità. Naturalmente questa soluzione si può ottenere solo con scartamenti da HO in su. Nel caso degli scartamenti N e Z non è stato possibile avere un altoparlante adatto. Se qualcuno però riuscisse a procurarsene uno adatto, potrebbe naturalmente usare il sistema anche per queste scale.

Si ha un altro vantaggio trasmettendo solo il fruscio: è necessario un solo generatore di rumore per tutte le locomotive. Esse devono essere munite di un altoparlante: ciascuna locomotiva genera la propria sequenza.

5. Campana elettronica

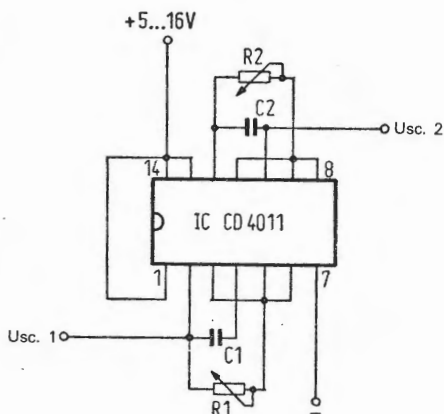
Un altro rumore, oltre ai fischi e agli sbuffi, non è ancora del tutto scomparso: lo scampanellare nelle piccole stazioni della piccola ferrovia una volta tanto amata ed anche criticata per la sua lentezza.
Quasi tutte le ditte costruttrici di modelli ferroviari vendono delle campane meccaniche. Esse sono relativamente grandi e spesso difficili da sistemare nel paesaggio. Costruendo la « campana elettronica » possiamo sistemare il dispositivo, come nel caso del fischio a vapore, in qualsiasi posto nel paesaggio usando degli altoparlanti. Oppure come nel caso del dispositivo per gli sbuffi della locomotiva a vapore in funzione della velocità, il suono può venir trasmesso da un altoparlante sistemato nella locomotiva stessa.

5.1 Il circuito

È necessaria solo un'aggiunta di tre componenti al dispositivo per la generazione del rumore del vapore, sul quale si dovranno fare alcune variazioni. Dato che lo scampanellare come pure lo sbuffare del vapore della locomotiva devono avere una certa persistenza, si userà lo stesso circuito. Anche qui abbiamo bisogno di un generatore di sequenze regolabile. Solo che in questo caso invece del fruscio verrà trasmesso un suono che deve poter venir regolato onde adattarlo a tutte le esigenze. Il suono non deve contenere alcun fruscio.
La fig. 34 mostra lo schema di principio di questo circuito stampato supplementare. Come integrato impieghiamo il CD 4011 un

Fig. 34. Circuito supplementare del dispositivo « campana elettronica ».

Lista dei componenti per il circuito di cui alla fig. 34

R1, R2	Trimmer o potenziometro 100 kΩ 1/4 Watt
C1, C2	Condensatori da 27 nF fino a 47 nF
IC	CD 4011 COSMOS

NAND con due entrate. Esso corrisponde al 7400 della serie TTL SN 74 che può venir però fatto funzionare con una corrente continua da 16 V mentre il 7400 deve venir alimentato solo con 5,5 V. Due delle porte di questo integrato vengono usate per ottenere il generatore di suono. E dato che abbiamo a disposizione 4 porte sul circuito stampato supplementare possono venir costruiti due generatori.

Se usiamo due circuiti stampati come quelli per la generazione del suono del vapore della locomotiva e prefissiamo la generazione della sequenza in modo tale da ottenere due suoni che distino l'uno dall'altro una terza possiamo simulare anche il doppio colpo di campana che si sentiva nelle piccole stazioni ferroviarie. Questi rintocchi indicano come sapete che il treno ha lasciato la stazione precedente. I conoscitori sanno persino che dal numero dei colpi di campana si può capire da quale direzione arrivi il treno.

L'IC è un cosidetto COSMOS. Questa sigla sta per Complementary Symmetry Metal Oxide Semiconductor. È facilmente reperibile. Il prezzo oggigiorno è sotto le mille lire.

Come indicato nel circuito abbiamo bisogno, per ciascun generatore, solo di un ulteriore condensatore e di una resistenza che

sistemiamo come trimmer o potenziometro. Il condensatore determina il volume del suono che può venir variato con il trimmer (potenziometro) solo in un piccolo campo. Entrambe le parti terminali di regolazione del trimmer non possono venir usate in quanto ad un quarto della corsa di regolazione del trimmer o del potenziometro non si ottiene alcun suono. In una determinata posizione nel campo superiore o inferiore del volume il dispositivo comincia ad oscillare. Nei dispositivi costruiti i migliori risultati si sono ottenuti con un condensatore del valore di 33 nF e con un trimmer (potenziometro) di un valore di 100 kΩ. In questo modo possiamo prefissare sia i suoni metallici dei rintocchi che si sentono alle stazioni come pure il suono dello scampanellare di una locomotiva. Chi vuole usare entrambi i generatori può prendere un condensatore del valore di 27 nF e uno di 47 nF. In questo modo si ha la possibilità di far suonare una campana con rintocchi acuti e un'altra con rintocchi più bassi. Entrambi questi suoni, una volta combinati e regolati correttamente, emettono un doppio rintocco con una terza di differenza.
La fig. 36 indica il piano di incisione di questo semplice circuito stampato. La fig. 37 ne indica il piano di sistemazione dei componenti.
La fig. 35 indica quali componenti devono venir eliminati oppure

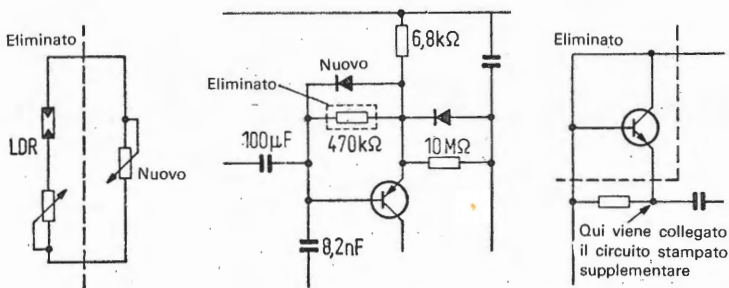



Fig. 35. Variazione sul circuito stampato del dispositivo « sbuffi della locomotiva in dipendenza della velocità ».

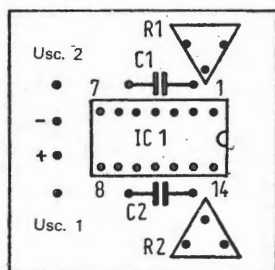
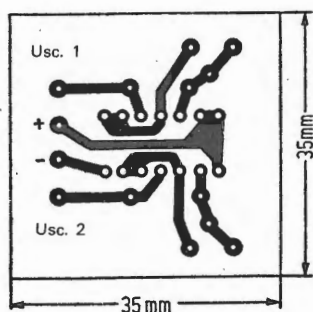



Fig. 36. A sinistra: Piano di incisione del circuito stampato supplementare per la campana elettronica in conformità alla fig. 34. Fig. 37. A destra: Piano di sistemazione dei componenti per il circuito stampato supplementare per la campana elettronica di cui alla fig. 34.

cambiati sul circuito stampato di generazione del suono del vapore. Il primo è la fotoresistenza con la sua resistenza in serie. Al suo posto sistemiamo un trimmer (potenziometro) di 100 kΩ per poter adattare la sequenza dello scampanellare della locomotiva da un lato, e dall'altro dei normali rintocchi di stazione che sono più lenti. Inoltre si eliminerà la resistenza di 470 kΩ e si sistemerà al suo posto un diodo. Il catodo deve venir collegato alla base del transistore ed entrambi i condensatori devono avere rispettivamente 100 nF ed 8,2 nF. In questo modo otteniamo un suono metallico. Ora eliminiamo anche il transistore di rumore T1. Al posto dove era il collegamento dell'emettitore sul circuito stampato saldiamo l'uscita del circuito stampato supplementare. Nello stesso modo colleghiamo i conduttori positivi e quelli negativi di entrambi i circuiti stampati l'uno con l'altro.
Se colleghiamo ora l'alimentatore e un altoparlante l'apparecchio darà sicuramente dapprima un suono forte che oscillerà velocemente o lentamente. Regoliamo prima il trimmer R14 sul circuito stampato grande. Se nel dispositivo del suono del vapore abbiamo dovuto spostare il trimmer molto verso destra, ora avviene proprio il contrario. Per ottenere un buon suono senza una per-

sistenza troppo grande dobbiamo girare il trimmer verso sinistra. Qui è necessaria una certa sensibilità delle dita dato che la regolazione deve venir fatta con precisione. Altrimenti il suono è troppo lungo oppure troppo breve. Quindi regoliamo con un trimmer la frequenza da noi desiderata e con l'altro il volume. La costruzione è finita.

5.2 L'impiego

Chi vuole, e questa è la sua soluzione migliore, dovrebbe sistemare i circuiti stampati in un contenitore. La fig. 10 della Tabella 4 indica un dispositivo generatore di suono. Possono venir sistemati però anche due circuiti stampati grandi nonché quelli supplementari se gli stessi vengono montati verticalmente. In questo caso sul coperchio del contenitore invece di due potenziometri ne vengono sistemati quattro con i quali possiamo regolare sia entrambi i volumi che le frequenze. Bisogna provvedere per due uscite per gli altoparlanti. Trasmettere entrambi i tipi di suono ad un solo altoparlante è troppo costoso. Bisognerebbe usare più componenti di quelli usati nei dispositivi per la generazione del fischio a vapore e degli sbuffi in dipendenza della velocità.
Il suono può venir emesso, come nel caso del fischio a vapore, tramite un altoparlante sistemato nel paesaggio. In questo caso potremo usare anche il temporizzatore. Oppure il suono può venir trasmesso ad un altoparlante situato nella locomotiva mediante la rotaia come descritto per il sistema del suono della locomotiva a vapore in dipendenza della velocità. Anche in questo caso è necessario un amplificatore.
Abbiamo già detto che non è possibile trasmettere contemporaneamente il suono del fischio a vapore e quello della locomotiva attraverso le rotaie. Purtroppo non è possibile, senza una grande spesa, far suonare contemporaneamente nei tratti contrassegnati P ed L il fischio a vapore e la campana. Bisogna sempre soppri-

mere un suono quando l'altro viene trasmesso. Ciò può venir naturalmente realizzato con dei relé.
Se il fischio a vapore non deve venir combinato con gli sbuffi della locomotiva, si può effettuare questa combinazione con la campana. Qui entrambi i suoni possono venir portati ad un altoparlante mediante un amplificatore.
L'autore spera di aver eliminato con questo libro la timidezza di molti modellisti nei confronti dell'elettronica. Esso dovrebbe inoltre dimostrare che non è necessario sempre acquistare delle apparecchiature molto care. Anche con componenti a buon prezzo si possono costruire dispositivi che generano suoni che danno all'impianto un'apparenza più naturale e che forse lo valorizzano.
Buon divertimento e tanto successo nella costruzione.

6. Tabelle

6.1 Tabelle dei transistori

Se non altrimenti indicato tutti i transistori segnalati in questo libro possono venir scambiati. Tuttavia sono necessarie le seguenti minime caratteristiche:

V_{CEO} = 20 V
$I_{C\ max}$ = 0,1 A
h_{FE} = Fattore di amplificazione di corrente 100
P_{max} = 0,1 Watt
f_T = 100 MHz

NPN: Tipi BC: 107, 108, 109, 147, 148, 149, 171, 172, 173, 182, 183, 184, 207, 208, 209, 237, 238, 239, 317, 318, 319, 347, 348, 349, 382, 383, 384, 407, 408, 409, 413, 414, 547, 548, 549, 582, 583, 584.

PNP: Tipi BC: 157, 158, 177, 178, 204, 205, 206, 212, 213, 214, 251, 252, 253, 261, 262, 263, 307, 308, 309, 320, 321, 322, 350, 351, 352, 415, 416, 417, 418, 419, 512, 513, 514, 557, 558, 559.

Bisogna tener conto delle differenti esecuzioni e dei differenti collegamenti dei transistori. Le lettere A, B oppure C dopo il contrassegno non hanno alcun significato per le nostre istruzioni di costruzione dei dispositivi. Essi si riferiscono solo al fattore di amplificazione.

Diodi: 1 N 4001, BA 318, BA 317, BA 222, BA 221, BA 218, BA 217, BA 127, BAY 61, BAX 13, 1 N 941, 1 N 4148.

6.2 Tabella delle resistenze

Sono impiegate soprattutto resistenze della serie internazionale E 12 con una tolleranza del 10%.

Sequenza dei valori:

1,0	10	100	3,3	33	330
1,2	12	120	3,9	39	390
1,5	15	150	4,7	47	470
1,8	18	180	5,6	56	560
2,2	22	220	6,8	68	680
2,7	27	270	8,2	82	820

7. Indice analitico

biblioteca **t**ascabile **e**lettronica

coordinata da Mauro Boscarol

effetti sonori per il ferromodellismo

Il fruscio e lo sbuffare della locomotiva, il fischio di segnalazione durante le manovre e quello di avviso durante gli arresti, la campana ai passaggi alle stazioni nonché il fischio e lo scampanellare della piccola ferrovia: ecco l'atmosfera che comporta buona parte del fascino delle ferrovie in miniatura. Se si seguono le istruzioni di questo libro è molto facile simularla con mezzi elettronici. Il libro insegna a costruire un fischio a vapore con vera componente del vapore, un generatore di sbuffi di locomotiva in funzione della velocità, una campana elettronica per le stazioni e passaggi a livello nonché una suoneria elettronica per la vecchia locomotiva a campana. Non sono necessarie conoscenze di elettronica per costruire questi dispositivi: le istruzioni sono comprensibili anche al principiante. Infine la reperibilità dei componenti non comporta delle difficoltà perché vengono impiegati quelli che si trovano normalmente in commercio.

1	Hanns-Peter Siebert	L'elettronica e la fotografia (L. 2.400)
2	Richard Zierl	Come si lavora con i transistori (L. 2.400) Prima parte: i collegamenti
3	Heinrich Stöckle	Come si costruisce un circuito elettronico (L. 2.400)
4	Heinz Richter	La luce in elettronica (L. 2.400)
5	Richard Zierl	Come si costruisce un ricevitore radio (L. 2.400)
6	Richard Zierl	Come si lavora con i transistori (L. 2.400) Seconda parte: l'amplificazione
7	Helmut Tünker	Strumenti musicali elettronici (L. 2.400)
8	Heinrich Stöckle	Strumenti di misura e di verifica (L. 3.200)
9	Heinrich Stöckle	Sistemi d'allarme (L. 2.400)
10	Hanns-Peter Siebert	Verifiche e misure elettroniche (L. 3.200)
11	Richard Zierl	Come si costruisce un amplificatore audio (L. 2.400)
12	Waldemar Baitinger	Come si costruisce un tester (L. 2.400)
13	Henning Gamlich	Come si lavora con i tiristori (L. 2.400)
14	Richard Zierl	Come si costruisce un telecomando elettronico (L. 2.400)
15	Hans Joachim Müller	Come si usa il calcolatore tascabile (L. 2.400)
16	Karl-Heinz Biebersdorf	Circuiti dell'elettronica digitale (L. 2.400)
17	Frahm/Kort	Come si costruisce un diffusore acustico (L. 2.400)
18	Waldemar Baitinger	Come si costruisce un alimentatore (L. 3.200)
19	Heinrich Stöckle	Come si lavora con i circuiti integrati (L. 2.400)
20	Heinrich Stöckle	Come si costruisce un termometro elettronico (L. 2.400)
21	Richard Zierl	Come si costruisce un mixer (L. 2.400)
22	Richard Zierl	Come si costruisce un ricevitore FM (L. 2.400)
23	Friedhelm Schiersching	Effetti sonori per il ferromodellismo (L. 2.400)

ISBN 88-7021-077-4

L. 2.400 (2.264)